

Annual Report of the Hungarian

Geophysical Institute 'Roland Eötvös' for 1969

Годовой отчет Венгерского Геофизического Института Им. Р. Этвеша за 1969. г.

A Magyar Állami  
Eötvös Loránd  
Geofizikai Intézet  
1969. évi  
jelentése









A MAGYAR ÁLLAMI EÖTVÖS LORÁND  
GEOFIZIKAI INTÉZET

# 1969. ÉVI JELENTÉSE

ANNUAL REPORT OF THE HUNGARIAN  
GEOPHYSICAL INSTITUTE 'ROLAND EÖTVÖS'  
FOR 1969

Годовой отчет Венгерского  
геофизического института им. Роланда Этвеша  
за 1969.г.

Szerkeszti:  
SZÉNÁS GYÖRGY

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

*Ádám Oszkár, Erkel András, Sz. Pintér Anna, Posgay Károly, Sebestyén Károly*

ETO 550.3 (061.6.055.5) (439.151)

Felelős kiadó: Müller Pál  
Összeállította: Nagy Magdolna  
A grafikai szerkesztést végezte: Németh Lajos

# TARTALOM

<i>Előszó</i>	11
<b>1 FÖLDTANI KUTATÁSOK</b>	<b>13</b>
1 Komplex geofizikai kutatás a Nyírségben	15
2 Komplex geofizikai kutatás a Dunántúli Középhegységben	25
3 Komplex érckutatás geofizikai módszerekkel a Börzsöny hegységben	41
4 Mérnökgeofizikai és hidrogeológiai komplex kutatás	49
5 Egyéb földtani kutatások	65
részletező földmágneses mérések (Jászság, Cserhát); légimágneses mérések (Börzsöny, Mátra, Nyírség); hálózatkiegészítő gravimétermérések és geodéziai gravimetria (Duna-Tisza köze); geoelektromos mérések DK Magyarországon; perspektivikus fúrólukak karotázsvizsgálata;	
<b>2 MŰSZER- ÉS MÓDSZERKUTATÁSOK</b>	<b>71</b>
1 Földmágneses és gravitációs módszerfejlesztés	73
2 Geoelektromos műszer- és módszerfejlesztés	76
automatikus univerzális váltóáramú műszerek; a geoelektromos értelmezés fejlesztése	
3 Szeizmikus műszer- és módszerfejlesztés	81
1 Szeizmikus digitális műszerfejlesztés	81
<i>Minicentrum és perifériák</i>	82
egycsatornás AD konverter; csatlakozóegység; 24 csatornás AD konverter; szelvényíró; konvolver	
<i>Terepi digitális szeizmikus műszerfejlesztés</i>	83
SZU-24 típusú szeizmikus digitális terepi berendezés; bináris erősítő; terepi visszajátszó; univerzális geofizikai csatlakozó egység; digitális magnetofon	
2 Mérnökszeizmikus műszerfejlesztés	85
3 Digitális szeizmikus kiértékelés	87
4 Mélyfúrási geofizikai műszer- és módszerfejlesztés	89
gázkisülésű (félvezető) detektorral működő radioaktív lyukszelvényező berendezés; szcintillációs radioaktív berendezés; energiaszelektív szondák; spektrumfrekvenciás karotázsberendezés; indukciós vezetőképességszelvényező műszer és eljárás; akusztikus karotázs; radioaktív karotázsberendezés kalibrálása és neutronmodellezés; laboratóriumi aktiválási analízis neutrongenerátorral; a karotázs mérési anyag számítógépes feldolgozása; digitális karotázsberendezés építése;	

3 FÖLDFIZIKAI KUTATÁSOK	95
1 Az időben változó földi erőterek vizsgálata	97
2 Paleomágneses vizsgálatok	98
3 Földkéregkutató szeizmikus mérések	99
4 Magyarország regionális geofizikai szintézise	101
4 GEOFIZIKAI KUTATÁSOK KÜLFÖLDÖN	103
1 Komplex vízföldtani kutatások Mongóliában	105
<i>Függelék</i>	109
<i>Annual Report of the Hungarian Geophysical Institute 'Roland Eötvös' for 1969</i>	111
<i>Годовой отчет Венгерского института им. Роланда Этвеша за 1969 г.</i>	173



# CONTENTS

<i>Foreword</i>	113
<b>1 GEOPHYSICAL PROSPECTING FOR MINERAL DEPOSITS</b>	<b>115</b>
1 Integrate geophysical survey in the Nyírség (Nyír region; Northeastern Hungary)	117
2 Integrate geophysical prospecting in the Transdanubian Range	123
3 Integrate geophysical prospecting for ores in the Börzsöny Mountains	126
4 Integrate engineering-geophysical and hydrogeophysical exploration	130
5 Miscellaneous (non-integrate) prospecting	135
detailing magnetic survey (Jazygia, Cserhát);	
aeromagnetic survey (Börzsöny, Mátra, Nyír region); network-completing gravimeter-survey and	
geodetic gravimetry (Danube—Tisza interfluvium); geoelectric survey in Southeastern Hungary;	
well-logging in Fiscal Drillings	
<b>2 METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL INVESTIGATIONS</b>	<b>139</b>
1 Magnetic and gravimetric	141
2 Geoelectric	144
automatic universal AC-instruments; improvement of geoelectric interpretation	
3 Seismic	148
Seismic digital instrument development	148
<i>Minicenter and periphery</i>	149
single-channel AD converter; coupling unit; 24-channel AD converter; plotter; convolver	
<i>Development of seismic digital field equipment</i>	150
universal-type seismic digital field equipment; binary amplifier; field playback unit; universal geophysical coupling unit; digital tape recorder	
2 Seismic instrument development for shallow (engineering, hydrogeological, etc.) exploration	151
3 Digital seismic data processing	153
4 Well-logging	155
radioactive well-logging equipment with gas-discharge and semiconductor detectors; scintillation	
radioactive equipment; energy-selective borehole-tools; spectrum-frequency well-logging equipment and procedure; acoustic well-logging; calibration of radioactive well-logging equipments and	
neutron-modelling; laboratory activation analysis with neutron-generator; computer processing of	
well-logging data; construction of digital well-logging apparatus	

3 EARTH-PHYSICAL RESEARCH	159
1 Research of the temporal variations of terrestrial fields	161
2 Paleomagnetic research	162
3 Seismic crustal investigations	163
4 The regional geophysical synthesis of Hungary	163
4 GEOPHYSICAL EXPLORATION ABROAD	165
1 Integrate hydrogeophysical exploration in Mongolia	167
<i>Appendix</i>	171

*For Figures see the Hungarian text*

# СОДЕРЖАНИЕ

<i>Предисловие</i>	175
<b>I. ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ</b>	179
1. Комплексная геофизическая с'емка района Ниршег (Северовосточная Венгрия)	181
2. Комплексная геофизическая с'емка Задунайского среднегорья	189
3. Комплексная геофизическая разведка на руды в горах Бёржён	193
4. Комплексные инженерногеофизические и гидрогеологические работы	198
5. Прочие геологоразведочные работы	204
Детальная геомагнитная, с'емка (районы Ясшаг, Черхат); аэромагнитная с'емка (районы Бержень, Матра, Ниршег); гравиметрические работы по дополнению сетей и геодезическая гравиметрия (междупечье Дуная и Тиссы); электроразведочные работы в Югосточной Венгрии; каротаж скважин перспективного бурения	
 <b>2. ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ</b>	 211
1. Магнитометрия и гравиметрия	213
2. Электроразведка	217
Автоматические универсальные приборы, работающие на переменном токе; усовершенствование интерпретации электроразведочных данных	
3. Сейсморазведка	222
1. Разработка цифровой сейсмической аппаратуры	
<i>Миницентр и подключаемые к нему устройства</i>	
одноканальный преобразователь аналог-код; блок присоединения; 24-канальный преобразователь аналог-код; плоттер; конвольвер	
<i>Разработка полевой цифровой сейсмической аппаратуры</i>	
полевая цифровая сейсмическая аппаратура ЦЦ-24; бинарный усилитель; полевое устройство для воспроизведения записей; универсальный геофизический блок присоединения; цифровой магнитофон	
2. Разработка инженерносейсмической аппаратуры	226
3. Цифровая обработка сейсмических данных	228
4. Промысловая геофизика	230
Аппаратура радиоактивного каротажа с газоразрядным (полупроводниковым) детектором; скитилиационная аппаратура РК; энерго-селективные зонды; каротажная аппаратура с «спектральной частотой»; аппаратура и методика индукционного каротажа; акустический каротаж; калибровка аппаратуры РК и нейтронное моделирование; лабораторный активационный анализ с применением нейтронного генератора; машинная обработка промыслово-геофизических данных; создание цифровой каротажной аппаратуры	

3 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ	235
1. Исследование изменяющихся во времени силовых полей Земли	237
2. Палеомагнитные исследования	238
3. Глубинное сейсмическое зондирование земной коры	239
4. Региональный геофизический синтез Венгрии	240
4 ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАГРАНИЦЕЙ	243
1. Комплексные гидрогеологические работы в Монголии	245
<i>Добавление</i>	250
Рисунки помещены в венгерском тексте	

Az 1969. esztendő, amelyről a Jelentés szól, valamint az 1970. esztendő, amelyben a Jelentés az olvasó elé kerül, az ELGI fejlődésének talán legjelentősebb két éve.

1969-ben volt 50 éve, hogy Eötvös Loránd meghalt és munkáját tanítványaira, majd ezek tanítványaira, vagyis ránk hagyta. Tekintsük át röviden az Intézet tevékenységét a félévszázados évfordulón.

Központi Laboratóriumunk lényegében (a Jelentés megjelenésekor ténylegesen) elkészült.\*

Felszerelünk egy nagyteljesítményű MINSZK—32 számítógép-központot, amely értelmező és műszerfejlesztő munkánkat rendkívül előrelendíti. Digitális műszerfejlesztésben elértük azt a stádiumot, hogy realitásban már alig lehet kételkedni. És amíg ezekkel az egészen modern eszközökkel a jövőt alapozzuk, a jelenről sem feledkezünk meg. Földtani jellegű kutatásaink a kőolajipar és az alumíniumipar mellett, a magyar bányászat nagy részét érintik. Vízföldtani, valamint mérnökföldtani kutatásaink pedig újabban az ELGI egyik legfontosabb feladatkörévé váltak. Földkéregkutatásban világviszonylatban is érdekes eredményeink születtek és egyéb földfizikai kutatásaink (pl. a lassan változó földi erőterek megfigyelése) is bekapcsolják intézetünket a geofizika nemzetközi vérkeringésébe.

Számos két- és többoldali nemzetközi kooperációs szerződés segíti munkánkat. Ezeket a szerződéseket elsősorban KGST partnereinkkel kötöttük, de tudományos-kereskedelmi kapcsolataink alakultak ki nyugati intézményekkel is; továbbá szakértőink dolgoznak fejlődő országokban.

Kutatásaink a geofizika birodalmának jórészt átfogják, a mérnökgeofizikától a földkéregkutatásig, a szcintillációs fűrólyukszelvényezéstől a digitális műszerfejlesztésig. Ezt a helyzetet az élet alakította ki, s mivel vákuumot nem hagyhatunk, rugalmas szervezetiünkkel megpróbálunk igazodni bármilyen követelményhez, legyen az mongóliai expedíció, vagy töbörkutatás a Dunántúli Középhegységben.

Tény azonban, hogy ez a sokrétűség figyelmünket megosztja, és csak úgy tudunk helytállni, ha messzemenően támaszkodunk az ELGI jónéhány képzett és akadályt nem ismerő dolgozójára, valamint testvérintézményeinkre.

\*Új címünk: Budapest, XIV., Columbus u. 17—23.

Postacím: Budapest, 70, pf. 35.



Az OKGT-t illeti elsősorban a köszönet, mert ez a hatalmas intézmény saját ügyének tekintti, hogy a magyar geofizika és az ELGI fejlődjék és virágozzék. A bányászati iparágak, vízügyi szervek, a fizikai és elektronikai kutatóintézmények szintén hagyományosan jó partnereink. Végül, de nem utolsósorban, felettes hatóságunk, a Központi Földtani Hivatal, szintén azon fáradozik, hogy dinamikus kutatási tevékenységünket támogassa és növelje a geofizika indokolt szerepét a földtani kutatásban.

Gyártási „háttérünkkel”, a GAMMA Optikai Művekkel most alapozzuk a következő öt éves termelésfejlesztési és gyártási programját. Ezenkívül törekszünk kapcsolataink fejlesztésére a szakágazatunkban illetékes külkereskedelmi vállalatokkal.

\*

Ebben az Évi Jelentésben, néhány vonatkozásban új útra léptünk. Az új út egyik lényeges eleme, hogy nem untatjuk olvasóinkat elszaporodott témáink egyedi ismertetésével. A logikusan összetartozó tevékenységeket témacsoportokba vontuk össze, de — és ez szintén eleme az az új útnak — kritikai elemzéssel adjuk közre. Ez azt jelenti, hogy megvilágítjuk a témacsoport múltját, a létrehozásáért felelős gazdasági, társadalmi, tudománypolitikai tényezőket és megjelöljük a szintet, ahol tartunk. Ha pedig nem, vagy alig értünk el eredményt valamely témában, akkor ott csak azt találja az olvasó, hogy „előrehaladás nem történt”. Az összefüggő témacsoportoknál (pl. légimágneses mérés — Nyírség; vagy terepi fűrőlyukszelvényezés — mélyfúrás geofizikai műszerfejlesztés) kölcsönös utalással könnyítjük meg a tájékozódást.

Munkatársainkkal ezúton közöljük, hogy az Évi Jelentésben való közreműködésük — noha nevüket a megfelelő helyen lábjegyzetben megemlítyük — nem tekinthető publikációnak. Erre a korábbi évek gyakorlatával ellentétes álláspontra azért helyezkedtünk, mert az Évi Jelentést nem akarjuk a Geofizikai Közlemények versenytársává tenni.

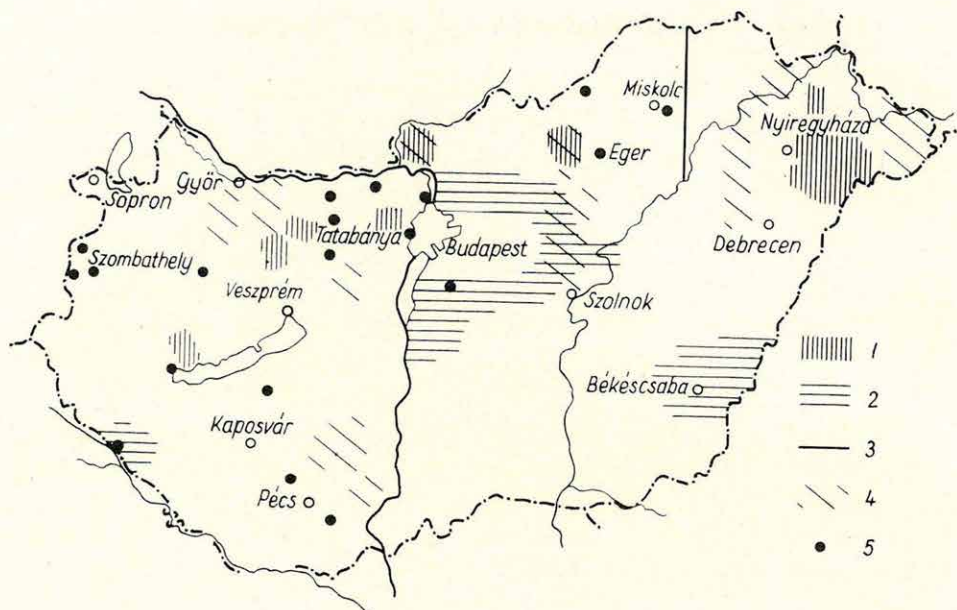
Térképmelléleteink, akár további geofizikai kutatások tervezésére, akár mélyfúrások kitűzésére, méretarányuknál és pontosságuknál (kartográfiai hitelességük nélkül) fogva, általában közvetlenül alkalmasak. Még nagyítva is pontosabbak a szokásos fénymásolt melléleteknél.

Évi Jelentéseink iránt külföldön is nagy érdeklődés nyilvánult meg, tehát ezt a kötetet már angol és orosz fordítással adjuk közre. Ezért is célszerű volt a témákat összevonni és az anyaggal gazdaságosabban bánni.

Ezekkel a gondolatokkal bocsátjuk útjára ezt az Évi Jelentést.

IGAZGATÓSÁG

# 1 FÖLDTANI KUTATÁSOK



1. ábra. Az ELGI terepi kutatásai 1969.

- 1 komplex kutatás
- 2 nem komplex kutatás
- 3 földkéregkutatás
- 4 légimágneses mérés
- 5 mérnökgeofizikai mérés

Fig. 1 The field work of the ELGI in 1969

- 1 integrate (complex) survey
- 2 non-integrate survey
- 3 deep seismic sounding of the Earth's crust
- 4 airborne magnetic survey
- 5 engineering-geophysical exploration

Рис. 1. План полевых работ, проведенных Геофизическим институтом в 1969 г.

- 1 — комплексная съемка; 2 — некомплексная съемка; 3 — ГСЗ земной коры; 4 — аэромагнитная съемка; 5 — инженерно-геофизические работы

A Nyírség Magyarország medenceterületeinek egyik legkülönlegesebb felépítésű része. Ez a különlegesség abban nyilvánul meg, hogy a szokásos egyszerű medence-modellt (szilárd preausztriai medencealjzat fölött törmelékes neogén összlet) itt két földtani tényező bonyolítja: a preausztriai aljzatra települő flisjellegű összlet és a miocén vulkáni képződmények rendkívüli — az 1,5 km-t is elérő — vastagsága. Felülről lefelé haladva: néhány száz méter vastagságú levantei összlet alatt viszonylag vékony felső- és alsó pannóniai rétegsor települ úgy, hogy az alsó pannóniai összlet néhol hiányzik. A teljes pliocén legfeljebb 2 km vastag. A miocént — amint említettük — főleg vulkáni kőzetek képviselik, amelyek riolit és andezit piroklasztikumokból, valamint kisebb részben lávából állanak. Egyelőre ismeretlen, hogy a miocén *vulkáni* sorozat alatt van-e valahol olyan vastag miocén *üledékes* összlet, amely szénhidrogénkutatási szempontból mennyiségénél és fáciájánál fogva kedvező. A mélyfúrások ezideig főleg vulkáni képződményekből álló miocén alatt, mindenütt a felsőkréta-paleogén összletbe hatoltak, de azt átfúrni már nem tudták. Ennek megfelelően a preausztriai medencealjzat rétegtani és kőzettani minemisége ismeretlen. Általános tektonikai megfontolásokból feltételezhető, hogy ez az aljzat vagy a Szolnok—Ebes csapású diszlokációs vonaltól D-re megfúrt metamorf ópaleozóikum, vagy pedig a kutatási területtől É-ra ismeretes triász mészkő.

Szénhidrogén-kutatási szempontból a Nyírséget az OKGT harmadrangú területnek tekinti. Minősítése éppen attól függ, hogy a vulkáni összlet alatt található-e valahol megfelelő vastagságú üledékes miocén (esetleg kedvező szerkezeti helyzetben levő „flis” vagy karbonátos mezozóikum). A felsorolt tényezők szabják meg a geofizikai kutatások feladatát, de ugyanezek a tényezők jelentik az akadályokat is a geofizikai kutatás számára. Ahhoz, hogy a vastag miocén vulkáni összlet alól információt kaphassunk, ezen az összleten át kell hatolnunk. Ebből a szempontból nem megoldás, ha valamilyen módszerrel az aljzatot kimutatjuk, mert a vulkáni-sorozat és az aljzat között a vulkáni és üledékes kőzeteknek számos konfigurációja lehetséges.

Ezt a feladat-komplexust logikus volt komplex kutatással megközelíteni és az OKGT-

\*Albu I., Bodoky T., Hoffer E., Polcz I., Verő L.



vel kötött szerződés értelmében ilyen felfogásban végeztük ezen a területen kutatásainkat az elmúlt három évben. Kutatásainkkal földtani adatszerzésre törekedtünk, hiszen még a módszertani jellegű terepi kutatás eredményessége is végsősoron a földtani információnyújtás hatékonyságával mérhető le.

A terület rendkívül nehéz problematikája minden módszernél a módszertani jelleget hozta előtérbe. Az előkutatási fázisban tisztázódtak a különféle módszerek kutatási lehetőségei; megoldottak bizonyos részfeladatokat, ill. elérték korlátaikat. A legteljesebb információt és egyúttal a legtöbb metodikai problémát a szeizmikus módszer adta, ill. vetette fel. Ezenkívül az ELGI kutatásai nem törekszenek a terület teljes feldolgozására, csak előkészítik a kutatási komplexust az OKGT szeizmikus rutinkutatásaihoz. Mindennek következménye, hogy 1970-ben — e jelentés megjelenésének évében — a terület kutatásának földtani és komplex jellege erősen szűkül és anyagi erőforrásainkat a szeizmikus módszertan kidolgozására koncentrálnunk.

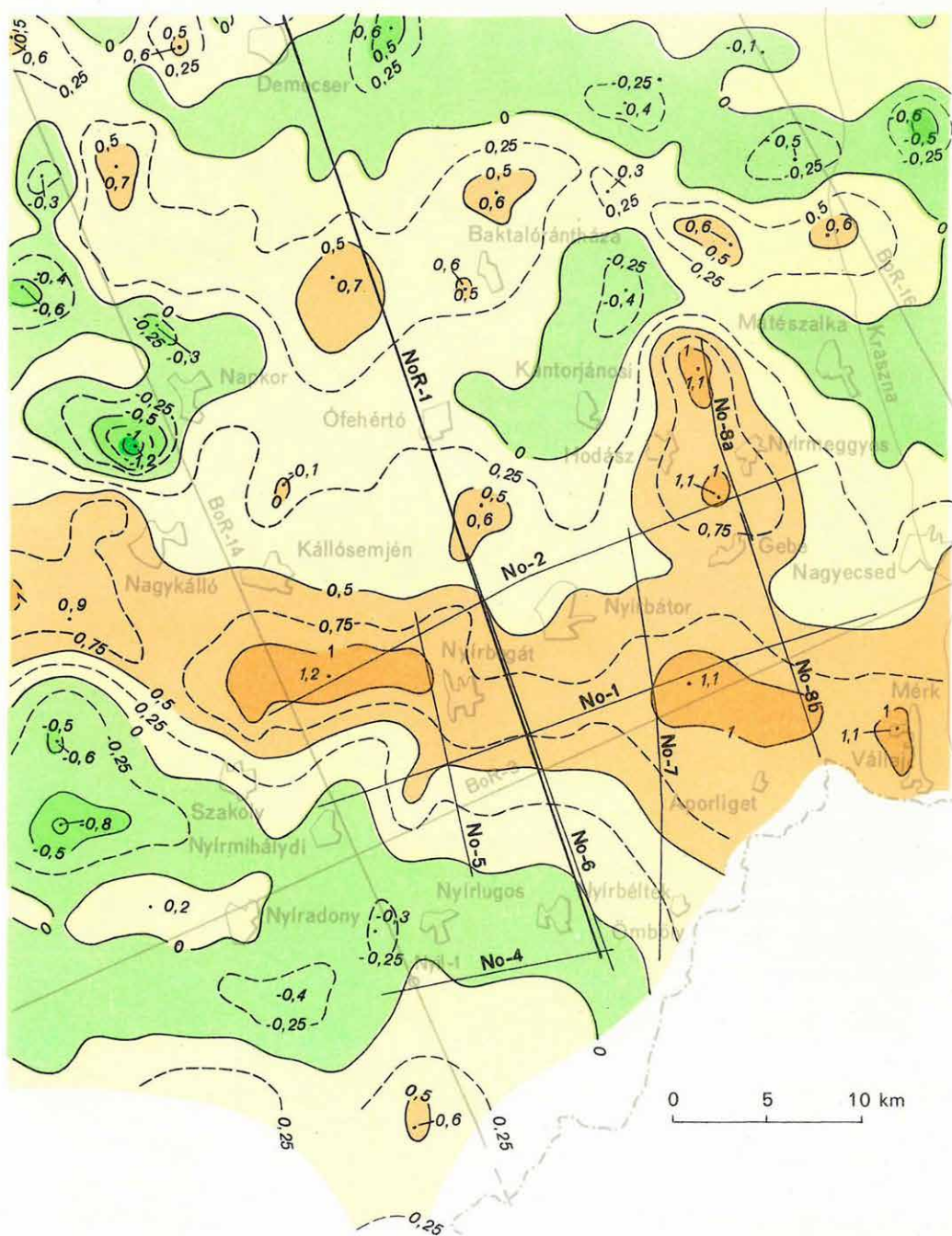
1969-ben azonban még teljes komplexitással folyt a munka, ezért a következőkben ennek megfelelően számolunk be eredményeinkről. Néha visszanyúlunk a korábbi évekre is, mert a komplexusnak volt olyan tagja, amelyik az 1969. évi szeizmikus területen már korábban befejezte munkáját. Emellett Évi Jelentésünk új szerkesztési rendszere, valamint többnyelvű volta is megköveteli, hogy a teljes kutatási komplexus történelmi és metodikai elemzését valamelyest ismertessük.

A szorosabb értelemben vett 1969. évi komplex kutatási terület az L—34—VIII és IX Gauss—Krüger térképlapok területén van, és Nyírlugos—Szakoly—Nyírbátor—Mátészalka—Aporliget vonala, valamint az országhatár veszi körül. A mérés területét, a szeizmikus mérések hálózatával a légimágneses  $\Delta T$  anomáliatérképen mutatjuk be (2. ábra). A komplexus gravitációs és geoelektromos tagjának mérési hálóját nem tüntetjük fel, mert ezek viszonylag egyenletes ponteloszlással dolgoztak. A hálózatsűrűségeket a maguk helyén jellemezzük.

A gravitációs méréseket  $1180 \text{ km}^2$ -en, 1852 ponton, Sharpe—197 graviméterrel végeztük. Kétféle hálózatot alkalmaztunk: egy  $500 \times 500 \text{ m}$ -es négyzethálózatot és egy  $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ -es hálózatot, amely a közlekedési lehetőségeket is figyelembe vette. Erről a területről tulajdonképpen már rendelkezésünkre állott az országos 200 000-es Bouguer anomáliatérkép, ezt azonban annakidején viszonylag ritka hálózátú Eötvös-inga mérésekből szerkesztettük. Az új mérésekkel az volt a célunk, hogy olyan Bouguer anomáliatérképet kapjunk, amely másodlagos feldolgozásra alkalmasabb.

A másodlagos feldolgozásoktól azt vártuk, hogy kiegészítsék a többi módszerek szegényes információit, ill. eldöntsenek egyszerű, kettős értelművé redukálható problémákat. A kisvárdai maximumot pl. aljzatabérc, vagy aljzatsűrűségváltozás egyaránt okozhatja. A nagyecsed-i minimumot kisebb sűrűségű aljzat, vagy kisebb sűrűségű fedőösszlet

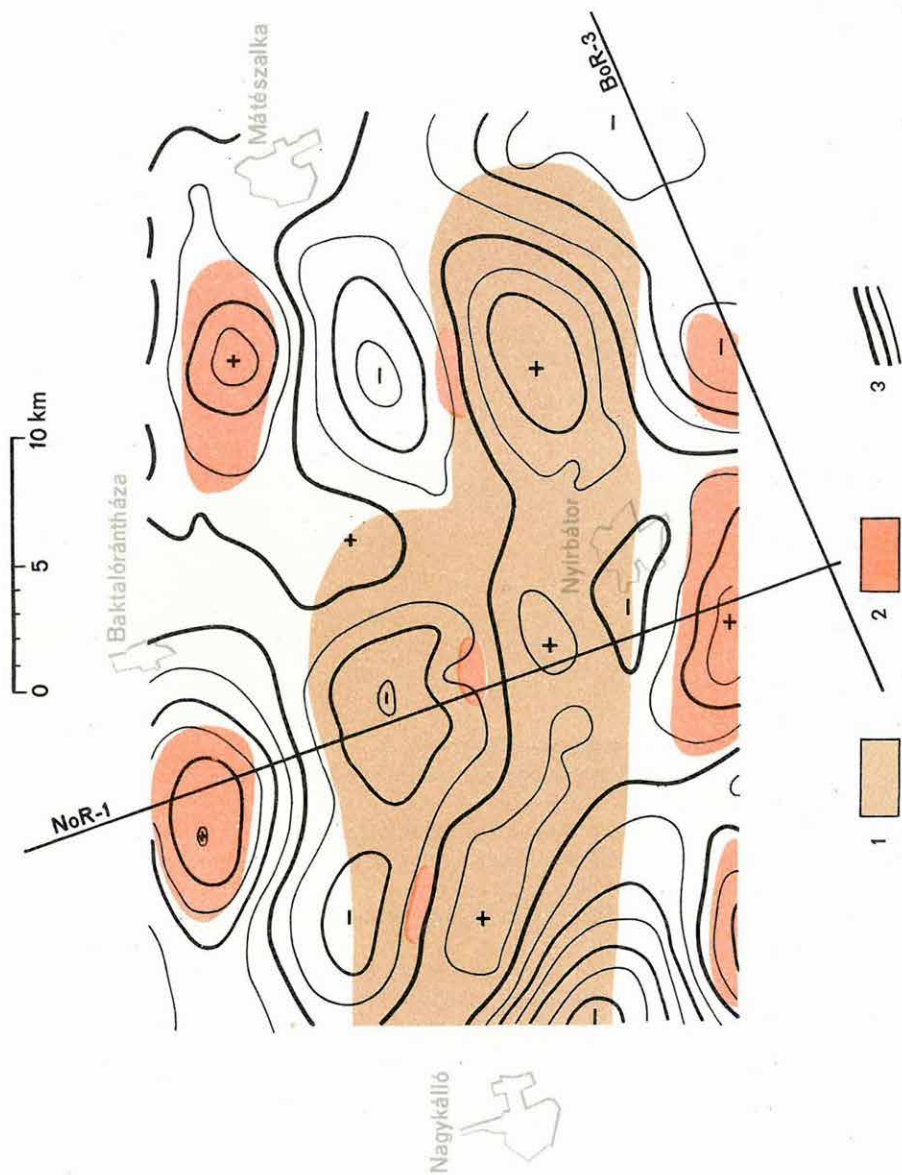




2. *ábra* Az 1969. évi nyírségi szeizmikus vonalak a  $\Delta T$  térképen (mOe)

*Fig. 2* Seismic lines of the 1969 Nyir region survey on the  $\Delta T$  map (mOe)

Рис. 2. Сейсмические профили 1969 г. на карте аномалий  $\Delta T$  в районе  
Ниршег



3. ábra Gravitációs maradékanomáliatérkép

1 a (szeizmikus) medencealjzat domborzatával korreláló maradékanomáliák;

2 mágneses hatókkal egybeeső gravitációs maradékanomáliák;

3 maradékanomáliavonalak (értékköz 0,5 mgal)

Fig. 3 Residual gravitational anomaly map

1 residual anomalies correlating with the morphology of the (seismic) basin floor;

2 residual gravity anomalies coinciding with the magnetic bodies;

3 residual isoanomaly-lines (interval 0,5 mgal)

Рис. 3. Карта остаточных аномалий поля силы тяжести

1- остаточные аномалии, совпадающие с рельефом фундамента, определенным по сейсмическим данным;

2- остаточные аномалии, совпадающие с магнитными массами;

3- изолинии остаточных аномалий (сечение 0,5 мГЛ)



egyaránt okozhatja. Ez a két uralkodó anomália közvetlen kutatási területünkől ugyan kissé távol esik, de elnyomják, torzítják még kutatási területünk mélyszerkezetének hatásait is. Nyilvánvaló, hogy ezeknek a nagy „hullámhosszúságú” regionális anomáliáknak a kiszűrése szükséges. A szűréshez viszont speciális súlyfüggvényt, szűrőmátrixot kell alkalmazni és ez megköveteli a sűrűbb és szabályosabb hálózatot.

Ennek a vizsgálatnak a módszertani tanulságait a 21 fejezetben ismertetjük, de itt is érdemes megjegyezni, hogy ez a modern eljárás lényegében nem adott többet, mint az a maradékanomáliatérkép, amelyet a hagyományos (körátlagos) eljárással készítettünk. Sőt, a modern eljárásnál a területi veszteség nagyobb, és éppen ezért a régi eljárással készült maradékanomáliatérképet közöljük (3. ábra). Emellett azt is megállapíthatjuk, hogy az új Bouguer anomáliatérkép kvalitatíve szinte egyáltalában nem különbözik a régitől; az értéktérítés pedig maximálisan  $\pm 1,5$  mgal között ingadozik.

Az a körülmény, hogy a 3. ábrán közölt maradékanomáliákat valamennyi alkalmazott szűrő és átlagoló eljárás lényegében egyformán jelezte, arra utal, hogy ezek az anomáliák reális földtani információt tartalmaznak, vagyis nem valamelyik eljárásban rejlő hiba okozta álanomáliák.

Az említett 200 000-es Bouguer anomáliatérkép párja, a 200 000-es nyomtatott földmágneses  $\Delta Z$  térkép, ugyancsak már a kutatás kezdetén rendelkezésünkre állott. Ennek információtartalmát azonban — éppen a vulkáni kőzetek miatt — kevésnek találtuk. Ezért 1966-tól 1968-ig részletes szelvénymenti  $\Delta Z$  és  $\Delta H$  méréseket, valamint háromszintű légimágneses ( $\Delta T$ ) méréseket végeztünk, hogy a mágneses hatók alakját és mélységét meghatározhassuk.

Hatókat minden esetben sikerült meghatározunk, de már eleve kételyeink voltak afelől, hogy ezek lényeges földtani információt tartalmaznak-e, hiszen tudtuk, hogy a mélyben lévő vulkáni kőzetek nagy többsége nem mágneses. Ezenkívül a háromszintű (50, 550 és 1050 m) légimérések értelmezése módszertani problémákat vetett fel.

A háromszintű repülés tulajdonképpen terepi felfelőlafolytatás. A számított és mért magasabb szintű térképek alig különböznek egymástól. A probléma abban mutatkozik, hogy a különböző magasságban számított paraméterek (mélység, szélesség, szuszceptibilitás) eltérnek. Minél magasabbra emelkedünk például, a hatók felszíne is egyre magasabbra kerül. Ezt a jelenséget csak összetett, egymás fölött elhelyezkedő, főleg vízszintes kiterjedésű hatókkal lehet magyarázni.

Néhány anomáliagörbén ez az összetett hatás szétválasztható, de a valóság az, hogy kidolgozott általános módszertanunk erre pillanatnyilag nincsen. Mindenesetre jelentős eredmény, hogy a szokásos hatómodell (lefelé végtelen egyenes, vagy ferde hasáb) egyeduralma megszűnt, de egyelőre kételkedünk, hogy az összegezett hatószámítás matematikai tökéletesítése magát a földtani adatszolgáltatást — főleg ilyen területen — javítja-e? Ezt a kérdést módszertanilag részletesebben szintén a 21 fejezetben tárgyaljuk.

A geoelektromos kutatástól elsősorban azt vártuk, hogy a medencealjzat mélységére vonatkozóan adjon kvantitatív adatokat. Emellett nem szoktuk lebecsülni a mellékes



információkat, pl. a medenceüledékösszlet fajlagos ellenállásának, vagy az egyéb geoelektromos paramétereknek laterális változásait sem.

A szokásos TE—DE geoelektromos kombináció a nyírségi területen nem nyújtott a medencealjzatra vonatkozó adatokat. 1969-ben nagyjából egyenletes eloszlásban 255 TE pontot, és három szelvény mentén 15 DE pontot mértünk. Kiderült, hogy az areaértékek a medencealjzat mélységével nincsenek kapcsolatban. Emellett az areaértékeknél 30—60%-os periódusfüggést tapasztaltunk.

A terület földtani modelljét nagyon hozzávetőlegesen ismerjük, ezért a TE—DE mérésekből az egész területre érvényes és földtanilag is egyértelmű (a medencealjzatot jellemző)  $\varrho_{\infty}$  szint mélységterképet nem tudtunk szerkeszteni. Egy  $\varrho_{\infty}$  szint-terképet mindenesetre szerkesztettünk, de ennek elemzése kapcsán azt tapasztaltuk, hogy a NoR-1 szeizmikus refrakciós szelvény mentén a  $\varrho_{\infty}$  szint valahol a miocén—flis határ közelében fut és általában a 4200—4800 m/s határsebességű szeizmikus refrakciós szinttel korrelál (lásd a 7. ábrát). Ez a szeizmikus szint azonban nem a preausztiai medencealjzat, és még ezzel is szakadásos a korreláció, mert — érdekes módon — a pozitív  $\Delta T$  anomáliák területén a  $\varrho_{\infty}$  szint a refrakciós szint fölé emelkedik. A legelső összefüggő reflektáló határfelületnek azonban mindig alatta marad.

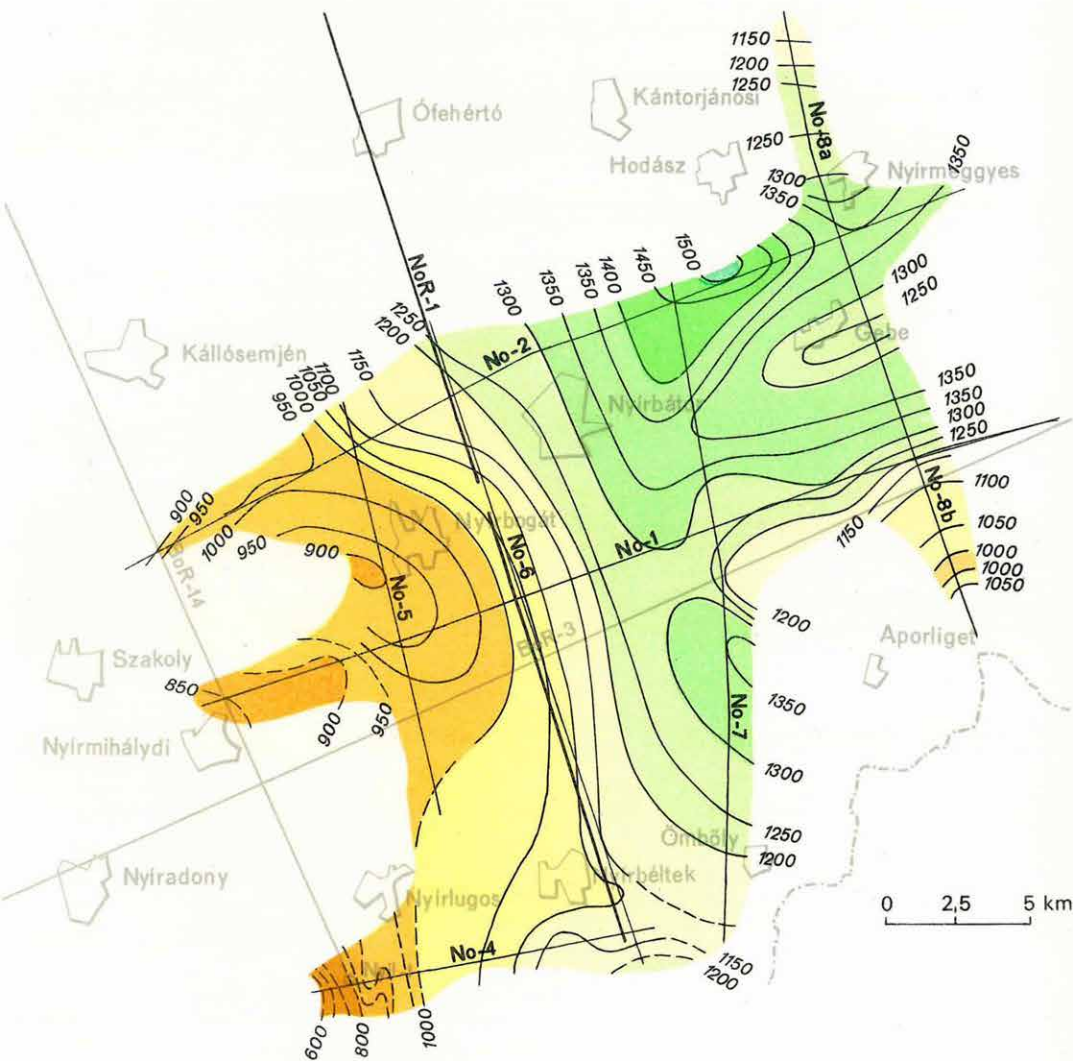
Ezek a tényezők okozták, hogy a TE—DE komplexust a Nyírségben többé már nem alkalmazzuk, hanem MTS és kísérleti EMT mérésekkel próbáljuk meg a medenceüledékösszletet (a vulkáni összletet is beleértve) átvilágítani. Ezt a két módszert módszertani jelleggel már 1969-ben is alkalmaztuk. Eredményeiből arra következtetünk, hogy Nyíradony—Nyírlugos—Nagykálló—Újfehértó térségében, valamint a Hortobágy környékén, a legelső refraktáló határfelület (medencealjzat), valamint az egyenáramú mérések  $\varrho_{\infty}$  szintje között egy kisellenállású összlet helyezkedik el, amely Nagyecsed irányában annyira kivékonyodik, hogy teljes kiékelődésével is számolhatunk.

Ez azonban a maximális földtani információ, mert az MTS és EMT módszereknek még metodikai, kvalitatív eredményeit sem tudjuk ma biztonságosan megítélni, nem-hogy földtani eredményeiket részletezhetnénk.

1970-től kezdve erőteljesebben és egyelőre kizárólag módszertani jelleggel végezzük ezeket a méréseket és eredményeiket majd később ismertetjük.

Tény, hogy az MTS görbék  $T = 20$ —60 sec között olyan inflexiós pontot mutatnak, amelyet háromféle földtani modell is létrehozhat. A diszkrimináció csak a teljes periódusra szerkesztett impedanciaellipszissel volna lehetséges. Az ilyen analitikus értelmezés azonban digitális regisztrálást és gépi adatfeldolgozást igényel. Jelenleg az MTS görbéket csak DE adatok segítségével tudjuk kiértékelni. A DE méréseknek ez talán a jövőben is biztosít valamelyes létjogosultságot a Nyírségben.

Kétségtelen, hogy az eddigi erőfeszítésekkel a nyírségi geoelektromos kutatásnak egy szakasza lezárult. Úgy látszik, hogy a mélyszerkezet közvetlen geoelektromos kutatásáról le kell mondanunk, helyett — az említett kísérleti mérések eredményeitől is függően — sűrített mérési pontokkal, lehetőleg sűrű fúrás-korrelációval, a geoelektromos paraméterváltozásokat nyomonzzuk. Ezzel — ha mást nem is — a földtani felépítés hirtelen horizontális változásait — legalább kvalitatíve — jelezni tudjuk.



4. ábra A legmélyebb összefüggő reflektáló felület izokrontérképe

Fig. 4 Isochrone map of the deepest continuous reflecting horizon

Рис. 4. Карта изохрон самой глубокой сплошной отражающей поверхности



A nyírségi kutatás legnagyobb erőkoncentrációja eddig is a *szeizmikus* mérés volt. A szeizmikus kutatás hatékonyságát hátráltatta e kutatáshoz hiányos felszerelésünk. Ezért a soronkövetkező beszámoló még kevés mélyföldtani információt tartalmaz és módszertanilag sem jelentős.

1970-ben azonban, amikor ez a Jelentés megjelenik, már sokkal jobb felszereléssel, módszertanilag is tapasztaltabban, sőt készülő *digitális* szeizmikus berendezésünk bevetésével törekszünk a kutatási feladat megoldására, tehát az 1969. évi jelentés olyan ismeretetésnek tekinthető, amely egy közbenső lépcsőfokot jelent.

Az 1969-ben végzett szeizmikus refrakciós és reflexiós méréseink tervezésénél figyelembe vettük az OKGTSzKÜ 1958—1963 között végzett áttekintő reflexiós és főleg refrakciós méréseit. Az ELGI mérési programja tulajdonképpen 1968-ban kezdődött a BoR—14 és BoR—3b szelvények metszésénél végzett kísérletekkel. 1969-ben már koncentrált szeizmikus kutatást folytattunk 160 km reflexiós és 62,5 km refrakciós szelvényben (2. ábra). Amint a bevezetésben említettük, egyre fokozottabban törekedtünk a módszertani jelleg kidomborítására, ezért fokozatosan rátértünk a reflexiós közös mélységpont összegezés (stacking) technológiájára, a refrakciós mérésnél pedig mágneses jelelőzítést alkalmaztunk.

Zavarhullámvizsgálataink eredményeképpen megállapítottuk, hogy a zavarhullámok hossza 16—52 m között van. A legnagyobb zavarhullámproblémákat Nyírlugos környéke vetette fel. Elnyomásuk csak együttes robbantópont- és geofoncsoportosítással sikerült. Sebességméréseket is végeztünk Dix rendszerével, de az így meghatározott sebességfüggvényt egyelőre csak közelítésnek tekintjük és a továbbiakban fokozatosan kiegészítjük.

A reflexiós egyszeres fedésű szelvények (No—1 No—7) paraméterei: 300 m robbantóköz, 25 m geofonköz. Az optimális töltetmélységet 15—26 m között találtuk meg. Kizárólag lineáris geofoncsoportokkal, csatornánként 10 geofonnal, 5 m-es közökkel dolgoztunk. A mérési anyag minőségét 3—5 tagú lineáris robbantópontok alkalmazása lényegesen javította. 26—50 kg között változó súlyú robbantótölteteket használtunk.

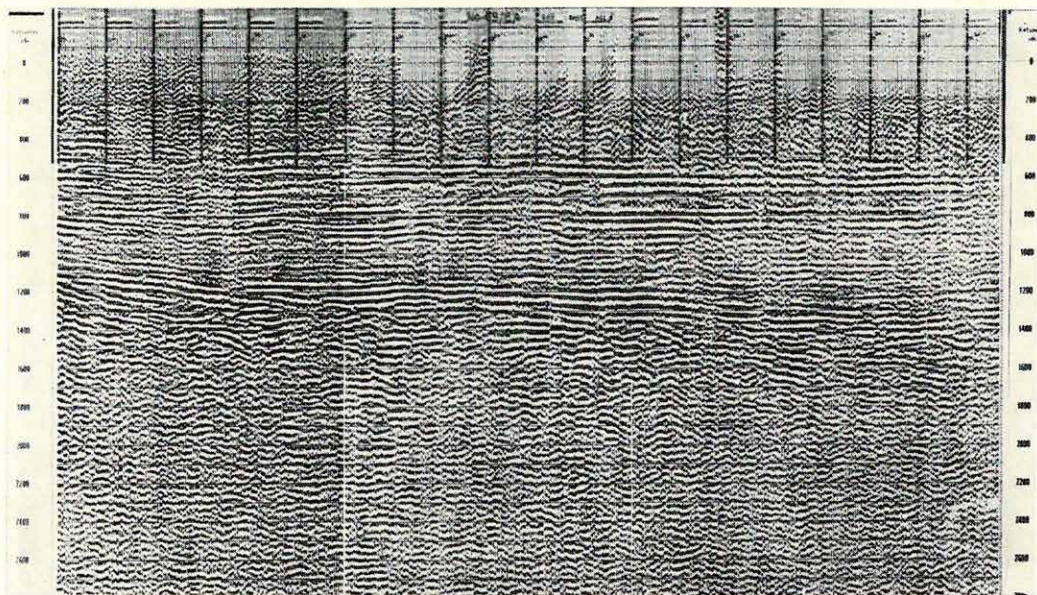
A szelvények kb. 1,5 sec-ig a fiatal üledékösszlet belső szerkezetéről elfogadható eredményeket nyújtottak. Ez után az időtartomány után, összefüggő szintet már nem tudtunk meghatározni; uralkodóvá váltak a diffrakciók és a hullámszórás egyéb jelenségei.

Eredményeinket javítandó, többszörös: háromszoros és hatszoros fedésű rendszerekre tértünk át. Az előzetes kísérletek szerint, 40—50 m-es geofonközzel, egyoldalú robbantópont elhelyezéssel és 450 m-es offset-tel a többszörösöket kielégítően tudtuk csillapítani. A hosszú offset miatt lövésenként átlagosan 50 kg töltetet kellett alkalmaznunk. Szeizmométer-készletünk csak 10 geofonból álló csoportokat engedett meg. A felvételi anyagot az indikatrix módszerek egy átlagoló válfajával redukáltuk a +100 m-es vonatkozási szintre. A dinamikus korrekció kiszámítása után mind az egyszeres, mind pedig a többszörös fedésű mérési anyagot az OKGTGKÜ Cs 621 francia analóg központján dolgoztattuk fel.

Az izokrontérkép (4. ábra), ill. időszelvények arról vallanak, hogy a leírt metodikával a medence szerkezete — legalábbis egy bizonyos mélységig — jól kutatható.



A legmélyebben kijelölhető reflexió határozott és szelvényeinkben folytonosan korrelálható (5., 6. ábra). Erről a reflexiósorozatról feltételezzük, hogy a pannóniai összlet aljáról, vagyis a miocén (vulkáni) sorozat tetejéről, ill. ennek közeléből származik. Ez alól a szint alól csak gyenge, bizonytalan, vagy diffrakciós, ill. reflektált refrakciós hullámokat kaptunk.



5. ábra. Szeizmikus időszelvény (69/8a) hatszoros fedéssel

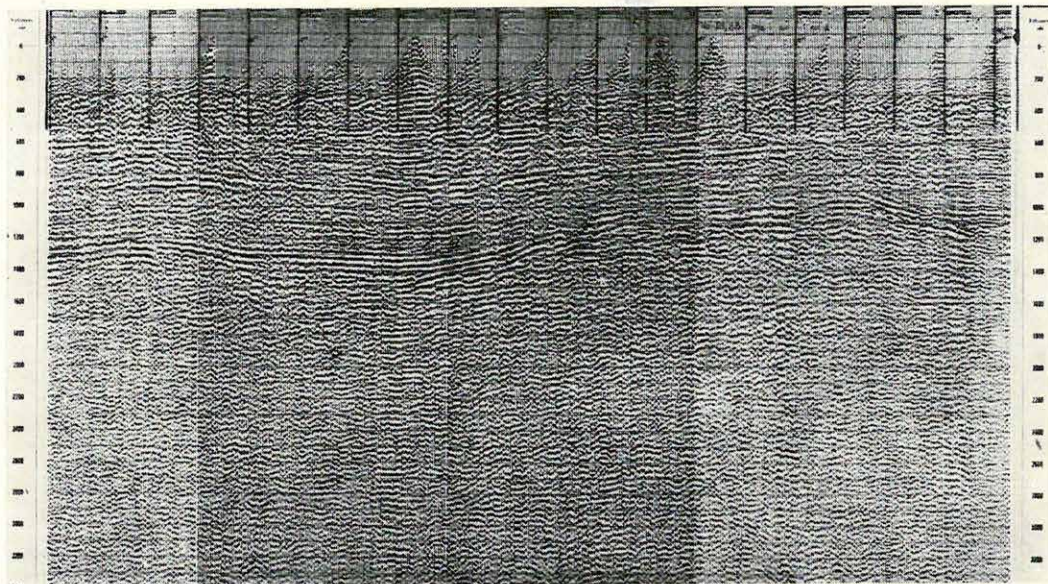
Fig. 5 Seismic VA-section (68/8a) — sixfold stacking

Рис. 5. Сейсмический временной разрез (69/8а) с шестикратным перекрытием

Mindez arra enged következtetni, hogy a vulkáni-összlet teteje alá kevés energia jut és az is csak kedvezőtlen jel/zaj viszonytal verődik vissza. A stacking anyag minőségéből az is kiolvasható, hogy a háromszoros fedés nem elégséges, sőt néhol — a jobb korreláció végett — a geofonközt is csökkenteni kell. Még nagyobb fedésszámú rendszerektől és több geofonból álló geofoncsoportok alkalmazásától, további javulást várhatunk.

A refrakciós mérést a régebbi BoR jelű hálózat sűrítésére, egyetlen 62,5 km hosszúságú szelvény mentén végeztük. Több refraktáló szintről kaptunk indikációkat, de a felsőbb szintekről származó refrakciós hullámok csaknem azonos látszólagos sebességűek, interferálnak és hamar elhálnak. Igen rossz energiahordozók, refrakciós nyomkövetésük gazdaságtalan robbanóanyagfogyasztással volna lehetséges. Ezek a szintek reflexiós mérésekkel gazdaságosabban nyomozhatók. Más a helyzet a legmélyebb refraktáló határfelületnél. Ennek sebessége 5400 — 6000 m/s között van, energiaproblémát nem





6. ábra. Szeizmikus időszelvény (69/8b) háromszoros fedéssel

Fig. 6 Seismic VA-section (69/8b) — threefold stacking

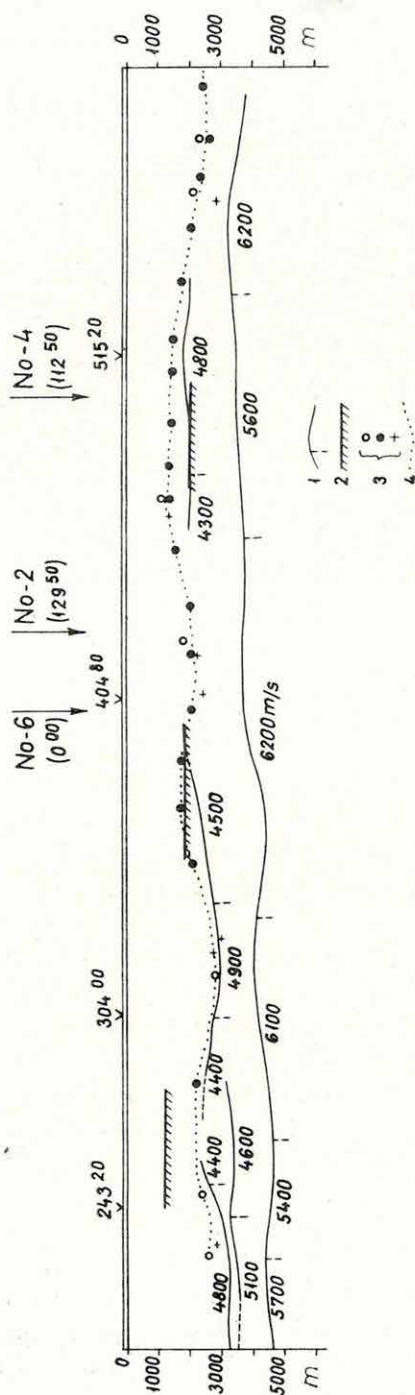
Рис. 6. Сейсмический временной разрез (69/8б) с трехкратным перекрытием

jelent. Refrakciós eljárással csak ezt a szintet ésszerű nyomozni, de egyébként is a vulkáni összlet alatt ez a szint jelenti az egyetlen biztos geofizikai információt (7. ábra).

Ismertetett méréseink egy érdekes, de a geofizika szempontjából igen kedvezőtlen felépítésű tájegység kutatási programjának első lépései. Ezért ebben a jelentésben nem léphetünk fel a teljesség igényével.

Annymint mindenestre már most is megállapíthatunk, hogy a pannóniai összlet aljág a reflexiós módszer jól alkalmazható. A legmélyebben kijelölhető összefüggő reflexiós határfelületet szerény hálózatunk korrelációjával igyekeztünk követni. Az eredményt a 4. ábra izokrontérképén mutatjuk be. Az izokronok szélső értékei (0,8—1,5 sec) 800 m, ill. 2000 m mélységnek felelnek meg. A térkép a pannóniai medence szerkezeti formáját tükrözi. A miocén-tető legnagyobb kiemelkedése a Nyírlugos környéki fúrás közelében, legnagyobb mélyedése pedig Hodásztól D-re található. Figyelemre méltó a Gebe melletti kis relatív kiemelkedés (6. ábra).

A mágneses anomáliák területén a reflexiós szelvények — érdekes módon — néha szerkezeti zavartságról tanuskodnak (pl. az 5. ábrán, a No—69/8a szelvény baloldala). Ennek ellenpróbáját mutatja a 6. ábrán látható 8/b szelvény. Ez ugyanis anomália-mentes területen fut. Ezekből az adatokból azonban nem merünk végleges következtetést levonni, mert — amint a bevezetőben említettük — mágneses ható és vulkánosság közé nem tehetünk egyenlőségjelet, hiszen a vulkánitok nagyobb része savanyú. Semmiesetre sem szabad feltételezni, hogy a szeszélyesen elosztott hatók között, erup-



7. ábra. Szeizmikus refrakciós szelvényrészlet (NoR-69/1)  
1 szeizmikus refrakciós határfélület; 2 mágneses ható felső határfélület; 3 geoelektromos mélységadatok  
(o DE; ● TE; + ENT pontok); 4 geoelektromos  $q_{\infty}$  szint

Fig. 7 Part of a seismic refraction section (NoR-69/1)  
1 seismic refracting boundary; 2 upper boundary of magnetic bodies; 3 geoelectric depth data (o DE, ● TE, + EMT stations); 4 geoelectric  $q_{\infty}$  horizon

Рис. 7. Отрезок сейсмического разреза КМПВ (по профилю NoR-69/1)  
1 — сейсмическая преломляющая граница; 2 — верхняя граница магнитных возмущающих масс; 3 — глубины, полученные по электроразведочным данным (o — пункты наблюдений по методу ДЭЗ; ● — пункты наблюдений по методам ТТ + ЗС); 4 — геoeлектрический горизонт  $q_{\infty}$



tivumoktól mentes, ún. „ablakok” léteznek. Ebben a kérdésben csak további adatok birtokában foglалhatunk majd állást. Ha nagyobb területről, részletesebb reflexiós hálózatról készült üledékvastagságtérkép áll majd rendelkezésre, akkor egyrészt tisztább képet kapunk a szeizmikus szórás és a mágneses anomáliák esetleges összefüggéséről, másrészt pedig feltételezzük, hogy ahol a jól reflektáló, zavartalan üledékösszetvástag, ott a vulkáni öszlet nyilvánvalóan vékonyabb.

A miocén teteje alól kapott bizonytalan és szórványos szeizmikus információ bővítését csak helyesen alkalmazott modern eljárásoktól és a jel/zaj viszonyt lényegesen javító terepi rendszerektől várhatjuk.

Nagysebességű aljzattérképet (medencealjzattérképet) nem közlünk, mert a jelenlegi ritka refrakciós hálózat ezt még nem engedi meg.

A 3. ábrán bemutatott maradékanomáliatérképről meg kell jegyezni, hogy ennek színezése komplex értelmezés eredménye. Kiténik a térképből, hogy nem egyetlen meghatározott korú és minőségű földtani szint domborzati térképe, sokkal inkább egy hegység fedetlen földtani térképéhez hasonlítható. Az anomáliavonalak sűrűségéből is csak kvalitatíve szabad ennek a „hegységnek” topográfiai élességére következtetni.

Tény, hogy minél bázisosabb egy vulkáni kőzet, annál sűrűbb. Ennek megfelelően nem különösebben meglepő a mágneses hatók és a maradékanomália-maximumoknak a térképen látható részleges korrelációja. Nem is ez az egyetlen lehetséges korreláció, mert egyrészt a vulkáni „eredetű” maradékanomáliát élesítheti, ha alatta az aljzat emelt helyzetben van, másrészt egy aljzattérkép maga is okozhat maradékanomáliát. A BoR-3 szelvényen harántolt maradékanomália-minimum Nyírlugostól DK-re pl. elsősorban az aljzattal kapcsolatos. Az itt észlelt  $\Delta T$  anomália vagy egy viszonylag kissűrűségű andezitre, vagy egy viszonylag nagy szuszceptibilitású andezittufára, vagy esetleg magában az aljzatban lévő kréta időszak bázisos vulkáni kőzetre vezethető vissza.

A Nagykálló—Nyírbátor vonalában húzódó Ny—K csapású aljzattérkép É felé, valószínűleg törésekkel, a mélybe süllyed. Erre utal a nagy maradékanomália-gradiens, valamint az ugyanitt jelentkező  $\Delta T$  maximumok sora (a vulkánosság nyilván törések mentén történt).

A Nyírség területén felvetődő földtani kérdésekre csak jóval később — folytonosan kiegészülő geofizikai adatok birtokában — tudunk majd válaszolni. Amint említettük, a közeljövőben elsősorban a szeizmikus módszertant tartjuk szem előtt, de a módszertani kísérletek esetleges sikere után, ismét a földtani problémák megoldása kerül előtérbe. Igen sokat várunk egy paraméter-fúrástól, egyúttal azonban ennek kitűzéséhez adatokat szeretnénk szolgáltatni, sőt úgy véljük, hogy bizonyos adatokat máris szolgáltatunk.



A hegység peremvidékének áttekintő geofizikai felmérése — a KFH megbízásából — 1966-ban indult meg, 1969-ben mind a geofizikai mérések mennyisége, mind pedig az új geofizikai módszerek száma növekedett.

Sokrétűvé váltak a feladatok. A módszertan lényege a következő: 1 : 50 000 méretarányú térképező mérésekkel elkülönítjük azokat a területrészeket, ahol a medencealjzat 300—400 m-nél nem mélyebb, ugyanis, alapterlep jellegű nyersanyagok (bauxit, bizonyos barnakőszén- és ércletelek) feltárása ilyen helyeken a legkedvezőbb. A geofizikai kutatást (gravitációs—mágneses előkészítés után) geoelektromos ellenállásméréssel és szeizmikus refrakciós módszerrel végezzük.

Az elmúlt években egyre hangsúlyozottabbá vált a több geofizikai paramétert alkalmazó földtani értelmezés, és az ezt biztosító geofizikai mérési technika. Ez többletet okoz a km<sup>2</sup>-re jutó kutatási költségekben, de a telepített fúrások adatai szerint, sokszorosát adja vissza földtani információtöbbletben.

A geofizikai mérések végeredménye egy-egy kisebb tektonikai—földtani egység elkülönítése; a későbbiek során itt az optimális helyre telepített egy vagy több fúrás kutatja a konkrét nyersanyagelőfordulást.

Az ELGI-nek ez a munkája akkor eredményes, ha a realitásokat jól közelítő földtani — geofizikai modellre épül.

A mérések befejeztével viszont számos fúrást igényelhet. Lényegében tehát egy szorosan összekapcsolódó együttműködésről van szó: földtani előkészítés (a MÁFI és az érdekelt földtani kutató vállalatok), geofizikai mérések és fúrások telepítése (ez, az érdekelt intézmények közös javaslata szerint történik). 1969-ben ilyen kutatást végeztünk a Bakony Ny—i peremvidékén a várvölgyi medencében, a Bakony É—i és ÉNy—i peremvidékén a csatai-medencében (Bakonyoszlop—Súr—Réde körzetében) és Pápateszér — Bakonyszentlászló környékén.

Munkánk egyik legjelentősebb értékmérőjének tartjuk, hogy a vázolt együttműködés megvalósult. 1969-ben mérési eredményeinkre alapozva, a KFH 15 fúrást, a Bauxitkutató

\*Kakas K., Lányi J., Simon A., Szabadváry L., Szabó M., Szalai I.



Vállalat 37 fúrást, a Mecseki Ércbányászati Vállalat 3 fúrást mélyített. További 38 fúrára tett javaslatunkat elfogadták. A fúrások eredményeire és a geofizikai méréseknek ennek tükrében adott kritikai vizsgálatára az egyes területek tárgyalásánál részleteiben is kitérünk.

Mennyiségileg kisebb, a jövő lehetőségeit tekintve azonban annál jelentősebb a Középhegységben végzett többi geofizikai vizsgálat.

Ilyen pl. a részletes mérés olyan helyen, ahol a felderítő fúrás nyersanyagot jelzett (budakeszi—medence). Speciális feladat a Bauxitkutató Vállalat megbízásából Sümeg környékén (Kozmatag—Bárdiőtag puszta) végzett töbörkutató és Csákberény közelében a fúrások mélyítését megelőző ún. biztonsági geofizikai mérés.

A területi kutatástól eltérően egyetlen regionális szelvényt mértünk Kisbér és Pusztavám között a Vértesséki ÉNy-i előtere nagytektonikai felépítésének meghatározására, együtműködésben a MÁFI itt végzett földtani alapkutatásával.

Évi Jelentésünk a geofizikai mérések *földtani eredményeit* ismerteti. A nagyobb terjedelmet igénylő módszertani kérdésekkel, a megismert új geofizikai—földtani modellekkel majd a *Geofizikai Közleményekben* foglalkozunk.

### *A Bakony Ny—i peremvidéke*

A Bakony Ny—i peremvidékén lévő 70 km<sup>2</sup>—nyi kiterjedésű várvölgyi medencében a geofizikai előkutatást 1969-ben végeztük el. A perspektívikus területrészek 1970-ben a szeizmikus — geoelektromos kutatásra, 1971-ben pedig a felderítő fúrásokra kerül sor.

A várvölgyi medencét D—ről a Keszthelyi-hegység, ÉK—ről a Lesenceistvánd — Sümeg közötti dolomitrögök határolják.

DK—en, földtani képződményei és morfológiája szerint is szorosan kapcsolódik a tapolcai — medencéhez. ÉNy—i határa egy fővető, amelyet pannóniai képződmények fednek. A medencekeret tehát általában felső triász dolomit, Sümegnél ugyancsak felső triász mészkő, valamint jura és kréta. Ebből következik, hogy a medence alzata is feltehetően felső triász dolomit. Ezt a Vö—1, Li—2 és Le—2v fúrások igazolják — igaz, hogy csak a sekély peremi részekben.

Kréta és eocén bauxitra, valamint az eocén nummuliteszes mészkő előfordulására elsősorban a medence É—i felében, nyírádi, felsőtárkányi analógiák alapján lehet számítani.

A miocén képződményeket tortónai és szarmata homok, agyagmárga, mészkő képviseli. Ezek ÉNy felől egyre vékonyodva a tapolcai medencébe is áthúzódnak.

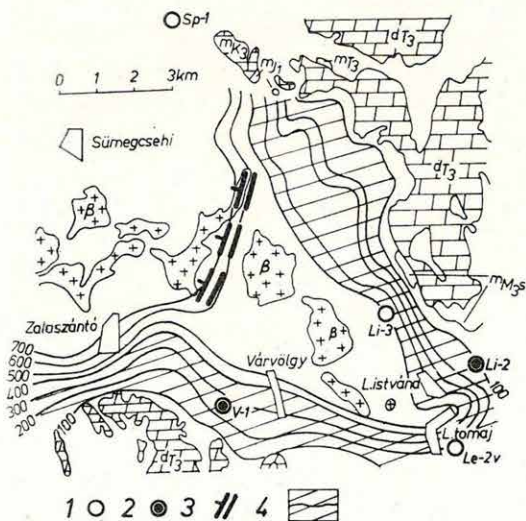
A pannóniai képződmények a medencében uralkodó jellegűek. A peremeken közvetlenül a triász dolomitrögökre települnek, a medencében pedig (kivéve Lesenceistvánd környékét) a szarmata mészkőösszletre.

Az alsó pannóniai döntően agyagmárgából, a felső pannóniai pedig homok, agyag és agyagmárga rétegek sűrű váltakozásából áll. A neogén összletben két számottevő geofizikai árnyékoló réteg található.

A miocén legfiatalabb tagja kemény, oolitos, *szarmata mészkő*, amely a peremvidéken néhány 10 m vastagságú. Elektromos fajlagos ellenállása 200—350 ohmm; geoelektromos kutatásnál az alatta települő (500—1000 ohmm-es) triász fődolomit csak nehezen mutat-  
ható ki.

A felső pannóniai sorozat legfiatalabb tagja a *bazalt*, amely a medence középső részén 1—3 km széles, 50—100 m vastag, lapos vulkáni testet alkot a pannóniai üledékek tetején. Ezeken a „bazaltleányeken” néhány ugyancsak bazaltanyagú hegy emelkedik (Tátika, Nagyláz). A legtöbb bazalttest szinte tisztán lávából áll. Ellenállása 150—300 ohmm. Geoelektromos szempontból szinte ugyanúgy viselkedik, mint a szarmata mészkő. Mindkettő KH vagy HA típusú, nehezen értelmezhető ekvivalens szondázási görbékét eredményez. A bazalt testek zavaróhatása a gravitációs aljzattelmélységszámítást is megnehezíti. A területen 1968-ban kevés szeizmikus mérést is végeztünk a Vö-1 és Li-2 karsztvizmegfigyelőkút telepítéséhez. Azt tapasztaltuk, hogy szeizmikus szempontból a bazalt árnyékoló hatásánál nagyobb nehézséget okoz a rossz topográfia.

A gravitációs-geoelektromos előkészítő kutatás eredményeit a 8. ábra mutatja. A medence közepén az aljzat átlagosan 500—600 m mélységű. 400 m-nél kisebb mélység csak a medence peremvidéken található. *Vonalkázással jelöltük meg azokat a területeket, ahová az 1970. évi, nagyobb felbontóképességű szeizmikus-geoelektromos kutatást*



1 fúrási; 2 geofizikailag előkészített fúrási;  
3 fővetőrendszer; 4 az 1969. évi részletes  
geofizikai kutatás területe

1 borehole; 2 geophysically located borehole;  
3 main fault system; 4 area of the detailed  
geophysical survey in 1969

1 — скважина; 2 — скважина, заложен-  
ная по геофизическим данным; 3 —  
система главных сбросов; 4 — площадь,  
покрытая детальной геофизической с'ем-  
кой в 1969 г.

8. ábra. A gravitációs-geoelektromos mérések eredménytérképe a várölggyi medencében

Fig. 8 Result map of the gravimetric-geoelectric survey in the Várölggy basin

Рис. 8. Карта результатов гравиметрической-электроразведочной с'емки в бассейне Варвёлд



*javasoljuk.* Eddigi adataink szerint jelentősebb bazaltelőfordulás ezen a peremsávon nincs, ez a további geofizikai kutatást, valamint az 1971. évi fúrásos kutatást megkönnyíti.

A medence egy elég erősen összetört árok. Legjelentősebb eleme a medencét ÉNy-ről határoló fővetőrendszer. A feltehetően többlépcsős törés mentén, a medencealjzat 400—700 m-ről 1200—1400 m mélységbe süllyed. A bazalt kitörése nagyjából ehhez a töréshez kapcsolódik. A medence ÉK-i és D-i peremén a geofizikai mérések két, egymásra csaknem merőleges vetőrendszerre utalnak. Ez különösen a Li-3 és az Sp-1 fúrás közötti szakaszon, a 200 m és 300 m mélységű szintvonalon látható. Az utóbbi vetőrendszer nagyságrenddel kisebb a fővetőrendszerénél, de ezek a néhány 10 m-es (maximum 100 m-es) vetők alakították ki a tulajdonképpeni várvolgyi medencét, és jelenleg is ezek határozzák meg a továbbkutatásra javasolt peremsávon a kis mélységű triász „teraszok” helyzetét. Az 1970. évi geofizikai mérések elsősorban ezek meghatározására irányulnak majd.

### *A csatka medence*

A Bakony É-i szárnyán fekvő csatka medence lényegében egy DNy—ÉK csapású tektonikai árok, amelynek szerkezetéről először a gravitációs mérések, majd az 1962. és 1966. évi geoelektromos mérések adtak felvilágosítást. Legmélyebb része Csátka és Ácseszér vonalában van. DNy-on a Bakony hegység felszíni triásza (földolomit és mészkő) határolja (9. ábra). ÉK-en — Kisbér felé — a medence nyitott. A másik két oldalról egy-egy felszín alatt húzódó, sasbércszerű rög határolja, amelyek ÉNy-on a Kisalföldtől, DK-en a Szápár—móri medencétől választják el a csatka medencét.

Az 1969. évi komplex geofizikai mérések a medence középső részét és É-i peremét áttekintően vizsgálták. A bauxit szempontjából jelenleg legfontosabb D-i peremrészét részletesebben kutattuk.

*A medence aljazata ugyanaz, mint a pereme: felsőtriász dolomit és mészkő.* Fiatalabb mezozoikumra nincs adatunk.

A peremvidéken mélyített barnakőszén- és bauxitkutató fúrások júrát vagy krétát nem harántoltak. A fúrással még fel nem tárt súri maximum területén, a Da-1 geofizikai szelvényről ÉK-re lévő részen, néhány geofizikai adat kréta agyagmárga jelenlétére utal. Feltételezésünk szerint ez, a Szápár—móri medencében nagy vastagságú kréta összlet É felé kivékonyodó szárnya. Sűrű környékén a krétának értelmezett 3600 m/s sebességű, 20-30 ohm fajlagos ellenállású összlet alatt 6400 m/s sebességű és gyakorlatilag végtelen ellenállású  $\rho_{\infty}$  szint jelentkezik. A terület jellemzéséhez hozzá tartozik egy másodrendű mágneses ható és a gravitációs antikorreláció. Feltűnő, hogy éppen az aljzatbérc fizikai paraméterei utalnak tömöttebb szövetre, holott éppen fordítva szokott lenni. A jelenségnek többféle magyarázata lehet. Egy érckuta-



9. ábra A triász időszaki medencealjzat domborzati térképe a csatka-i medencében

- 1 a javasolt 12 bauxitkutató fúrás;
- 2 korábbi fúrások;
- 3 geofizikai szelvényvonalak;
- 4 mágneses anomália

Fig. 9 Contour map of the Triassic basin-floor in the Csatka basin

- 1 the 12 bauxite-prospecting boreholes suggested;
- 2 earlier drillings;
- 3 geophysical survey lines;
- 4 magnetic anomaly

Рис. 9. Карта рельефа триасового основания бассейна Чатка

- 1 - 12 скважин, рекомендуемых для бурения на бокситы
- 2 - ранее пробуренные скважины;
- 3 - геофизические профили;
- 4 - аномалии магнитного поля



9. ábra A triász időszaki medencealjzat domborzati térképe a csatka i meden-  
cében

- 1 a javasolt 12 bauxitkutató fúrás;
- 2 korábbi fúrások;
- 3 geofizikai szelvényvonalak;
- 4 mágneses anomália

Fig. 9 Contour map of the Triassic basin-floor in the Csatka basin

- 1 the 12 bauxite-prospecting boreholes suggested;
- 2 earlier drillings;
- 3 geophysical survey lines;
- 4 magnetic anomaly

Рис. 9. Карта рельефа триасового основания бассейна Чатка

- 1 - 12 скважин, рекомендуемых для бурения на бокситы
- 2 - ранее пробуренные скважины;
- 3 - геофизические профили;
- 4 - аномалии магнитного поля



tásra optimális variáció: a kiemelkedést szubvulkán hozta létre, amely a fölötté lévő karbonátos kőzetet megemelte és átjarta.

A medencealjzat mélységét és tektonikai felépítését a mélységtérkép, a Pé-5B és Da-1 összevont dőlésirányú szelvény, valamint a medence hossztengeleében húzódó Da-3 szelvény szemlélteti.\*

A *súri maximumot*, mindkét oldalán, egy-egy ÉK—DNy csapású, lépcsős vetőrendszer határolja, amelynek némelyik tagja a 300 m-es magasságot is eléri (pl. a Da-1 szelvényen a Bo-13 szelvény kereszteződésénél), más tagjai csak néhány tíz métercsek; ez utóbbiakat az áttekintő geofizikai kutatás összevontan, fokozatosan süllyedő szintként jelzi. Az *északnyugati (Réde községtől Ny-ra fekvő) kiemelkedést* az előbbi mellett, egy erre közel merőleges vetőrendszer is határolja. A két vetőrendszer eredménye a tagoltabb szerkezeti felépítés. Bakonyszentkirály—Bakonyoszlop vonalában a medencét ÉNy—DK csapású vetőrendszer zárja le. A súri maximum ÉK—DNy irányú vetőrendszere itt alárendelt, ill. az előbbi vetőrendszert több, egymáshoz viszonyítva párhuzamosan eltolts szakaszra bontja.

A terület bauxitperspektívája feltevésünk szerint kapcsolatban lehet a pcremvidék kistektonikai felépítésével. Bakonyoszlop és a Cst-10 fúrás között a bauxittároló szerkezetek közvetlen kimutatására, a Bauxitkutató Vállalat itt lévő produktív fúrásaira alapozva, kísérleti méréseket végeztünk. A méréseket kombinált hesszanti és harántlövéses szeizmikus refrakciós módszerrel, illetve kvantitatív mélységadatokat szolgáltató potenciáltérképező módszerrel (PM) végeztük.

Megállapítottuk, hogy két vizsgált bauxitlepelnél a PM módszer a bauxitot fedő *eocén mészkő felszínét követi, a szeizmikus alsó refraktáló szint pedig a bauxit fekvőjének, a dolomitnak a felszínéhez közel halad.* Ahol a szeizmikus és geoelektromos szint találkozik, a bauxitlep elmegy. A területen lépcsős, ÉNy—DK csapású kis vetőrendszer található, néhány száz méter széles teraszokkal. Ezt a szerkezetet alárendelt, merőleges vetőrendszer apró szakaszokra darabolta. A Bob-3 fúrás, amely egy terasz közepén mélyült vastag bauxitlepet harántolt. A Du-28 fúrás viszont a teraszt határoló vető alsó szárnyát érte, feltételezésünk szerint ezzel magyarázható, hogy bauxitot csak nyomokban talált.

A csatkai medencében a Bauxitkutató Vállalat 1970-ben hat fúrást mélyít a geofizikai eredmények ellenőrzésére (lásd a Bakonyoszlop és a Cst-10 fúrás közötti fekete pontokat). A KFH 1971-ben szintén tervez felderítő fúrásokat. Az ELGI további hat fúrópontot javasol: kettőt a súri maximumra, a már említett kérdés tisztázására, kettőt a Da-1

\*A Középhegységben a medencealjzat mélységét általában — mivel fúrások mélységét kell tervezni — a felszíntől adjuk meg. A vizsgált területeken a felszín ugyanis viszonylag egyenletes. Ezen a területen azonban a topográfia tagolt, a mélységeket a tenger szintjére vonatkoztattuk (a térszín magassága +190 m és +350 m között változik).

szelvényvonalon elsősorban bauxitkutatásra és további kettőt Bakonyszentkirálytól K-re, mert itt a geofizikai mérések a Bsz-16 és 15 fúrás között helyi mélyedést mutattak ki, és a szeizmikus-geoelektromos jellemzők viszonyából első ízben volt alkalomunk az eocén márgás, illetve mészköves kifejlődésére következtetni.

### *A Bakony ÉNy-i peremvidéke*

A Bakony ÉNy-i peremvidékének 1 : 50 000 méretarányú geofizikai térképezését 1968-ban végeztük el (Évi Jelentés, 1968; 39—43. oldal). Ennek befejeztével, 1969-ben a MÉV és a KFH megbízásából a Bauxitkutató Vállalat összesen 10 fúrást kezdett el. A geofizikai kutatást Pápateszér környékén folytattuk. Némelyik érdekesebb terület-részen, pl. a Pe-6 és Pe-10 szelvényen, valamint a telepítendő fúrások körzetében részletesebb kutatást végeztünk.

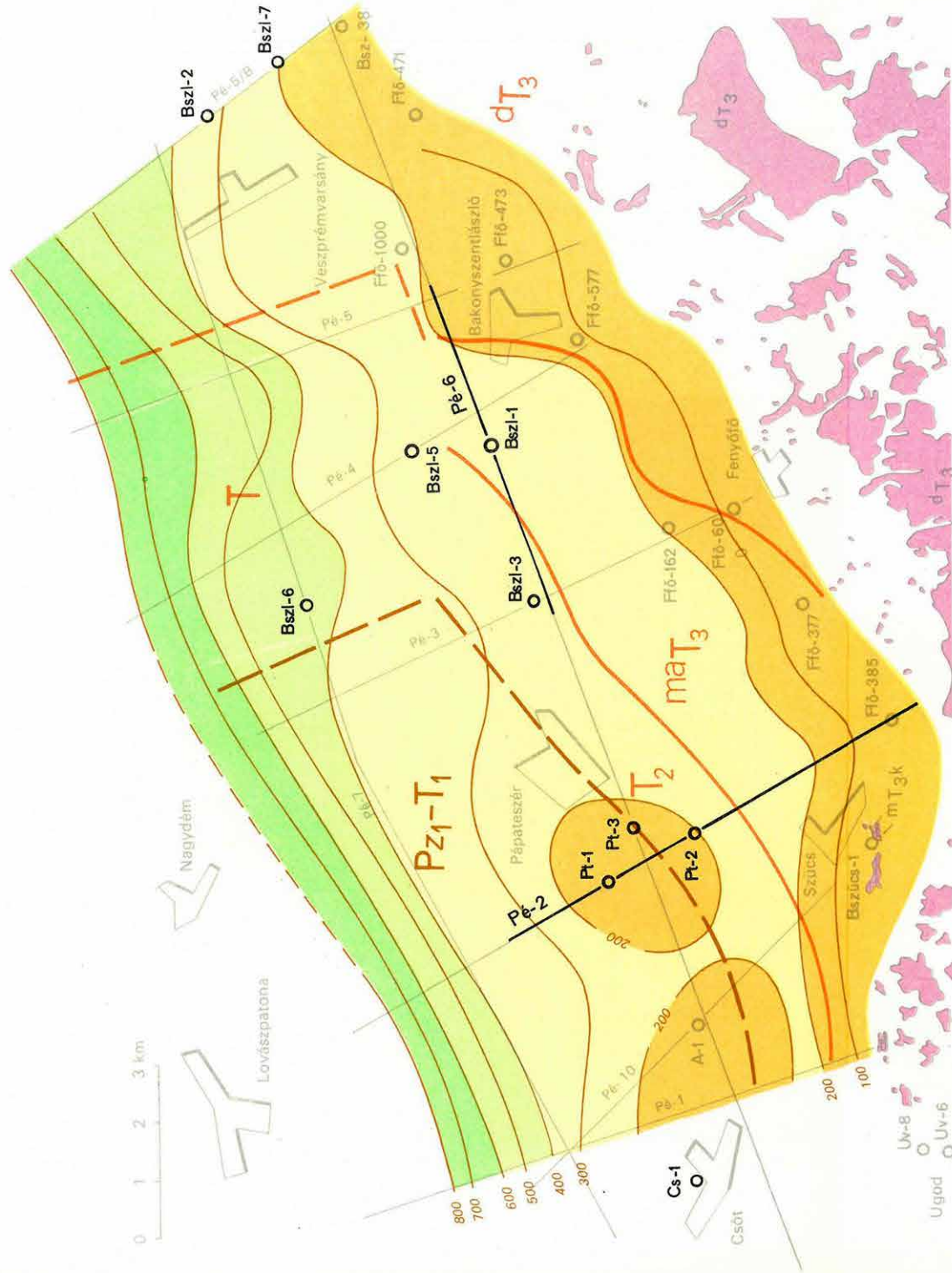
A két évi geofizikai kutatás eredményeit és az 1970 május 1-ig befejezett hat fúrás (Bszl-1, 2, 3; Pt-1, 2 és Cs-1) rendelkezésre álló előzetes adatait a 10. ábrán foglaltuk össze.

A medencealjzat szerkezetéről a Pe-2 szelvény ad felvilágosítást. *A kutatott terület a Bakony szinklinálisának ÉNy-i pereme, ahol a harmadidőszaki képződmények medence aljzatát a Bakonytól távolodva egyre idősebb képződmények rétegfejei alkotják.* Legidősebb tagját a geofizikai mérések után elsőnek telepített Pt-1 fúrás tárta fel. Szelvénye: 0—151 m Ng+Pg, 151—307 T<sub>1</sub>s, 307—389 Pe; 389—421 Pz<sub>1</sub> (agyagpala).

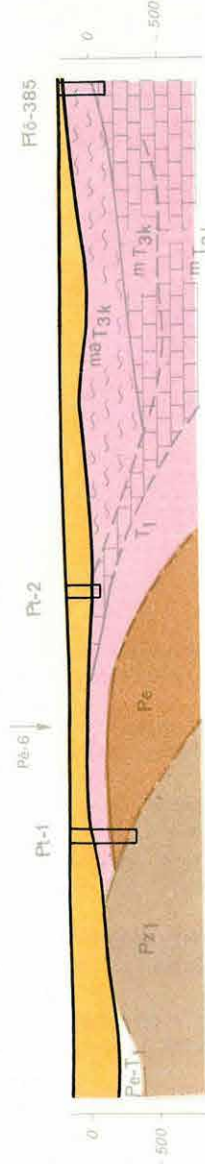
A fúrástól ÉNy-ra egy kb. másfél kilométeres szakaszon ópaleozóikum a medence aljzat\*. A szelvény kezdetén a Lovászpatonától É-ra levő Tét-2 fúrásban harántolt (márgás összetételű) permotriászhoz hasonló képződmény települ rá. A Pt-1 fúrástól DK-re alsó triász és perm összlet helyezkedik el. A Pt-2 fúrás már egy, a felszínközelsége emelkedő középső triász mészkő rétegfejet ért. Tovább haladva, a terület egyik legjellegzetesebb képződménye a karni márgaösszlet jelentkezik, amely az 500 m-es vastagságot is eléri. A szelvény végén lévő Ffő-385 fúrás közelében a felső triász földomit már a felszínen van.

\* Ez az ópaleozóos agyagpala a természetben előforduló kőzetektől elüt szokatlanul nagy elektromos anizotrópiájával. A geoelektromos szondázások és a szeizmikus mérések összevetése ilyen anizotróp kőzet felismerését lehetővé teszi (ez különben Magyarországon az első ilyen tapasztalat); a terület aljzatának minősítésére több új eljárást alkalmaztunk. A 10. ábrán feltüntetett többi földtani elképzelés is ezeken alapszik. Az eljárások helyességéről, a mérések földtani értelmezésének realitásáról, a mélységmeghatározások megbízhatóságáról csak az összes javasolt fúrás és fúrásminták végleges laboratóriumi feldolgozása után lehet nyilatkozni. Lehetséges, hogy az elképzelések egy része nem igazolódik, de ne felejtjük el, hogy korszerűbb technikával és néhány árnyékoló (pl. felső triász karni márga) nyomonkövetésével a geofizikus itt olyan kőzettani és rétegtani döntésre vállalkozik, amelyet néha a közvetlen fúrási megfigyelés sem enged meg: pl. a nóri és idősebb karni dolomit szétválasztása.

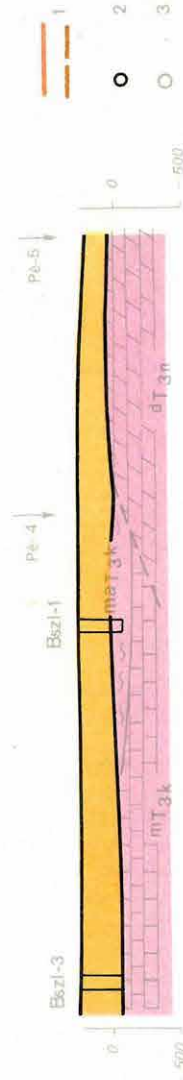




Pé-2



Pé-6





10. ábra A harmadidőszaki képződmények medencealjátának mélysége a Bakony ÉNy-i peremvidékén, Pápateszér-Bakonyszentlászló környékén

- 1 az aljzatban lévő jelentősebb kőzetváltások;
- 2 a geofizikai mérések után telepített 10 kutató fúrás;
- 3 korábbi fúrások

Fig. 10 Depth of the basin-floor of Tertiary formations on the NE-margin of the Bakony Mountains around Pápateszér-Bakonyszentlászló

- 1 rock changes of major importance in the basin-floor
- 2 10 prospecting boreholes located according to the geophysical survey
- 3 earlier drillings

Рис. 10. Глубина залегания оснований третичных отложений в северо-восточной окраинной зоне гор Баконь, в районе с.с. Папатецер-Баконьсентласло

- 1- значительные смены горных пород в фундаменте;
- 2 - 10 разведочных скважин, заложенных по геофизическим данным;
- 3 - ранее пробуренные скважины

10. ábra A harmadidőszaki képződmények medencealjzatának mélysége a Bakony ÉNy-i peremvidékén, Pápateszér-Bakonyszentlászló környékén

- 1 az aljzatban lévő jelentősebb kőzetváltások;
- 2 a geofizikai mérések után telepített 10 kutató fúrás;
- 3 korábbi fúrások

Fig. 10 Depth of the basin-floor of Tertiary formations on the NE-margin of the Bakony Mountains around Pápateszér-Bakonyszentlászló

- 1 rock changes of major importance in the basin-floor
- 2 10 prospecting boreholes located according to the geophysical survey
- 3 earlier drillings

Рис. 10. Глубина залегания основания третичных отложений в северо-восточной краевой зоне гор Баконь, в районе с.с. Папатесер-Баконьсентласло

- 1- значительные смены горных пород в фундаменте;
- 2- 10 разведочных скважин, заложенных по геофизическим данным;
- 3- ранее пробуренные скважины



A medencealjzat rétegtani összetételét a térképvázlat szemlélteti: DK-ről ÉNy felé fokozatosan idősebb képződmények találhatók.

A lila  $dT_3$ -mal jelzett területrészen az aljzat felső triász fődolomit, kivéve a terület DK-i sarkát, ahol már dachsteini mészkő várható. Ez a terület a legérdekesebb a bauxit-kutatás szempontjából.

A két lila vonal között ( $maT_3k$ ) az aljzat felső triász karni márga, helyenként dolomit–mészkő betelepülésekkel. Az összlet ÉK-en vékony (néhány 10 m), DNy felé a sáv szélessége és az összlet vastagsága fokozatosan növekszik. A maximálisan 1000 m-es kivastagodással karbonátos elemei csökkennek, és az összlet uralkodóan agyagmárga összetételűvé válik. Ennek a nyersanyag szempontjából érdektelen területnek körülhatárolása csak meddő fúrások elkerülése végett érdekes.

A  $T_2$ -vel jelzett keskeny sávban, karbonátos rétegfej húzódik az aljzatban, amely középső triász mészkőből (Pt-2 fúrás) és erre feltehetően konkordánsan települő karni mészkőből áll. A rétegfej geofizikailag karakterisztikusan jelentkezik.

A barna  $Pz_1-T_1$  jelzésű területrészen a Pe-2 szelvényen ismertetett, geofizikailag hasonló paraméterű alsó triász-perm képződmények jelentkeznek, alattuk ópaleozóos agyagpala van. A permi, szeizi és campili összlet szétválasztására megvan a geofizikai lehetőség, ha több ellenőrző fúrás áll majd rendelkezésre.

A lila T-vel jelzett területrészen a karni márgaösszlet vagy hiányzik, vagy jelentősen elvékonyodik. A jelenleg mélyülő Bszl-5 és 6 fúrás eredményeire lesz szükség ahhoz, hogy a geofizikai adatokat itt értelmezzük.

A  $T_2$  jelzésű terület, valamint a T jelzésű területrész — ha karbonátos aljzatú — bauxitra reményteljes.

A 10. ábra térképe a harmadidőszaki képződmények medencealjzatának felszínétől számított mélységét is vázolja. A Bakony hegység peremén az aljzat viszonylag kis mélységben helyezkedik el. A felső triász kibúvások szélétől számított 1,5–3 km széles sávon belül 200 m-es mélységig süllyed, majd 3–6 km széles teraszt alkot, 200–400 m mélységben. Ezen a sávon belül Csótnál és Pápateszernél két sasbérc található (permotriász képződmények 200 m-nél kisebb mélységben). A Pé-7 csapásmenti szelvénytől É-ra a medencealjzat meredekebben lejt és 1,5–3 km széles sávon belül 800 m-es mélységbe süllyed.



A budakeszi medencét, a Budai hegység DNy-i előterének sekély medencéjét (11. ábra), É-on és K-en a hegység triász dolomit kibúvásai, Ny-on és D-en pedig azok a szerkezeti vonalak határolják, amelyeknek mentén a mezozoos aljzat nagy mélységbe süllyed.

A medencealjzat középső és felső triász dolomit és mészkő, felszíne tektonikai és pretercier eróziós tevékenység következtében igen változatos. A viszonylag vastag cocén összlet szárazföldi üledékkel kezdődik és nummuliteszes mészkővel záródik. Az alsó oligocén márgára, hárshegyi homokkő, rupéli agyagmárga és katti homokos-márgás összlet települ. A medence belső öblében a neogén vastagsága jelentéktelen, de a Ny-i és D-i peremrészén ez az uralkodó. A miocén összletben számottevő vastagságú a szarmata mészkő.

Az ELGI már 1966-ban és 1968-ban is végzett méréseket a területen a bicskei medence 1:50000 méretarányú geofizikai térképezése során. Az 1969. évi részletes kutatást a pátyi (P-4v) karsztvízmegfigyelő fúrás indokolta, amely 23 m vastagságú bauxitos-agyag összletet harántolt. A felszíni jelek mellett ez az első mélyebb indikáció, amely a terület bauxitképződményeire utal.

A medencealjzat mélységéről a 11. ábra nyújt felvilágosítást; a szeizmikus-geoelektromos adatok szerint a medence 10 km<sup>2</sup> nagyságú belső részén a felszíntől számított átlagmélység 100 m, a legmélyebb részeken 200 m. Az aljzat domborzatáról a Ve-34 szelvény nyújt jellemző képet.

1969-ben három fúrára tettünk javaslatot a KFH-nak. A fúrásokat az OFKFV Dunántúli Üzeme mélyítette. A Bu-2 fúrás a medence középső részén egy helyi bemélyedésre, a Bu-3 fúrás pedig az alsó oligocén márgával fedett medencerész legmélyebb pontjára került. A fúrások az előzetes geofizikai adatokat igazolták, de csak a Bu-2 fúrás harántolt 0,5 m vastagságú bauxitot.

A Bu-4 fúrás a terület É-i peremén mélyült, ahol korábban a geofizikai értelmezés nehéz volt. A földtani értelmezés egyik variációja felszínközeli, bauxitjellegű képződményeket jelzett. A fúrás 40 — 77,8 m között bauxitos összletet harántolt, de labora-

11. ábra. A geofizikai mérések eredménytérképe a budakeszi öbölben

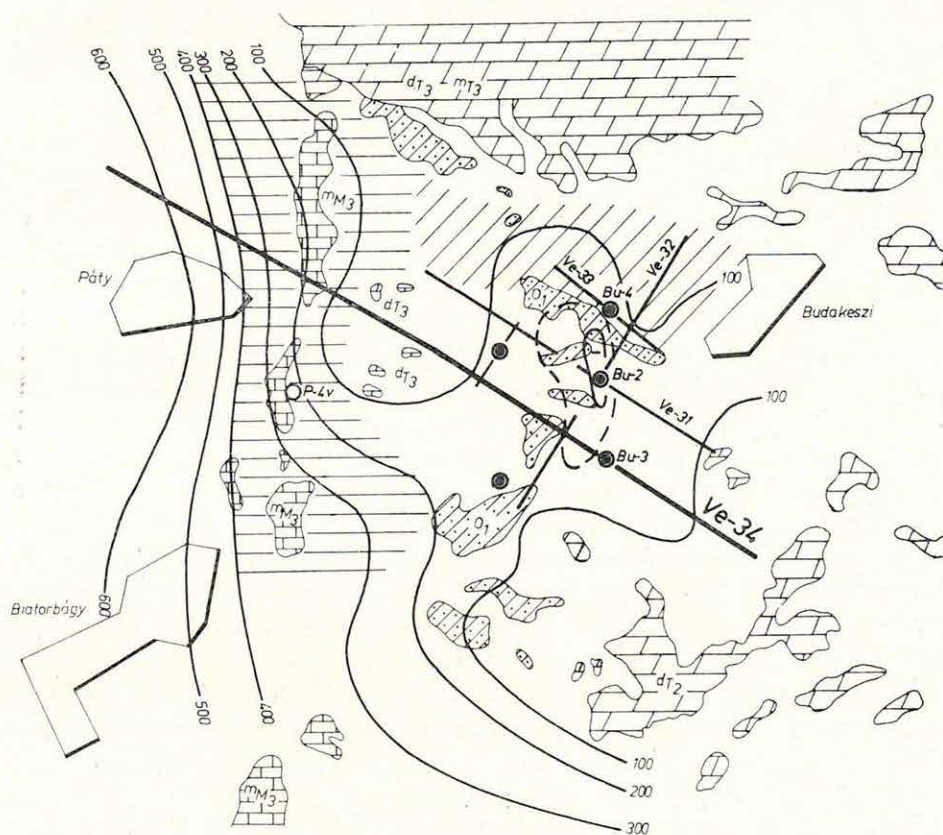
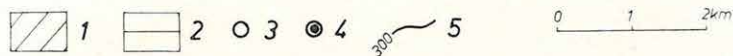
1 a Bu-4 fúráshoz harántolt bauxit-vörösiságyag összlet várható elterjedése; 2 az 1969. évi részletes geofizikai kutatás területe; 3 fúrás; 4 javasolt fúrás; 5 a mezozoikum mélysége

Fig. 11 Result map of the geophysical survey in the Budakeszi embayment

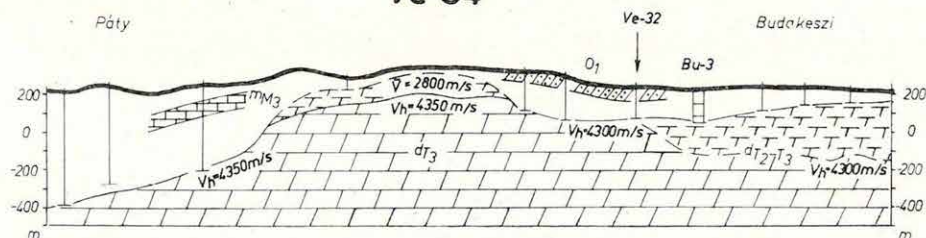
1 probable extension of the bauxite-red clay formation in borehole Bu-4; 2 area of the detailed geophysical survey in 1969; 3 borehole; 4 borehole suggested; 5 depth of the Mesozoic

Рис. 11. Карта результатов геофизических работ в районе Будапешта

1 — предполагаемая площадь развития бокситоносной толщи красных глин, пройденной скважиной Бу-4; 2 — площадь детальной геофизической съемки 1969 г.; 3 — скважина; 4 — рекомендуемая скважина; 5 — глубина залегания мезозойского фундамента



### Ve-34





tórium vizsgálatok szerint ez a bauxit áthalmozott, erősen degradált és nem műrevaló. Az eredménytérképen dőlt vonalkázással jeleztük azt a területrészt, ahol jelenlegi adataink szerint a Bu-4-hez hasonló bauxitképződmények várhatók. Az esetleges jobb minőségű bauxitot csak részletes, fúrásos kutatás tárhatja fel.

A medencében javasolt további két fúrás egy-egy kisebb egység bauxitperspektíváit tisztázhatja, de minden további fúrás kitézésénél szem előtt kell tartani a terület idegenforgalmi és turisztikai jellegét; vagyis csak egészen kiváló minőségű bauxitbánya megnyitása látszik indokoltnak, még gazdasági szempontból is.

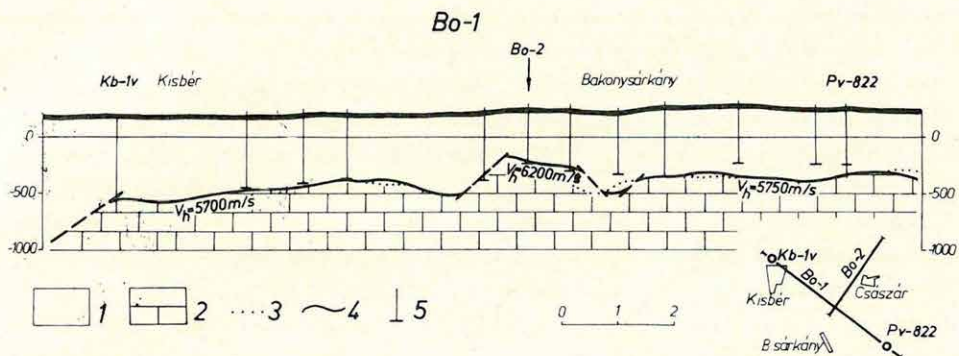
A budakeszi medence Ny-i és D-i peremén (Budajenő—Páty—Biatorbágy vonalában) a geofizikai méréseket nem fejeztük be. A gravitációs-geoelektromos előkutatás szerint a sekély paleogén medence és a mély, uralkodóan neogén medence határán a triász aljzat lépcsős vetősor mentén süllyed a mélybe. A vetők között bauxitra reményteljes teraszok helyezkedhetnek el, az 1970. évi méréseket ezek kutatására koncentráljuk.

A terület kutatását geofizikai módszertani problémák akadályozzák. A Bu-3 fúrás körzetében a földolomit szokatlanul mállott (kézzel morzsolható), bár a fúrás magmin-tája eredeti települést jelez. Ezen a területrészen a dolomit felszíne átlagosan 200 m-es mélységben van. A szeizmikus vezérszint ennél 150 — 200 m-rel mélyebben halad és feltehetően az üde dolomit felszínét követi. A paleogén márga és a mállott triász dolomit között nincs kimutatható sebességekülönbség. A geoelektromos  $\rho_{\infty}$  szint viszont a mállott dolomit felszínén halad. A Ve-34 szelvényen — a Ve-32 szelvénnel való metszésnél — a szeizmikus vezérszint süllyedése kb. 300 m-es vetőt jelez. Ettől K-re a mezozóos medencealjzat már csak a geoelektromos mérésekkel közelíthető meg, a szaggatott vonallal jelzett összlet a mállott dolomit. Fordított a helyzet a hárshegyi homokkővel és miocén mészkővel fedett medencerészen. Mindkettő jelentős geoelektromos árnyékoló réteg. A hárshegyi homokkő közel 1000 ohmm ellenállású, és alatta a hasonló ellenállású földolomit nem mutatható ki. Itt a szeizmika követi a mezozóos medencealjzat felszínét; a Bu-2 fúrás szerint a dolomit itt kevésbé mállott.

### *A Vértes hegység ÉNy-i előtere*

A Vértes hegység ÉNy-i előterében, Pusztavám—Kisbér környékén, a kisbéri (Kb-1v) és a pusztavámi (Pv-822) földtani alapfúrás között, a hegység ÉNy-i előterének tektonikai vizsgálatára csak egyetlen, *regionális szelvényt mértünk*. (12. ábra). A szelvényvonal K-en csatlakozik az 1961—63-ban szeizmikusan kutatott Bokod—pusztavámi területhez. A Bo-1 szelvényen kimutatott jellegzetes szerkezeti egységre telepítettük a merőleges Bo-2 szelvényt.

A Vértes hegység és Kisalföld találkozásánál fekvő területen a Középhegység ÉK—DNy csapású szerkezeti vonulatai az uralkodóak; az erre merőleges rendszer is megvan, de szerepe másodrendű.



12. ábra. Geofizikai-földtani szelvény a Kb-1v (Kisbér) és a Pv-822 (Pusztavám) fúrás között

Fig. 12 Geophysical-geological cross-section between the boreholes Kb-1v (Kisbér) and Pv-822 (Pusztavám)

Рис. 12. Геолого-гефизический разрез между скважинами Kb-1v (Кишбер) и Pv-822 (Пуштавам)

A Bo—1 szelvényen három jelentősebb egység különíthető el.

a) A triász medencealjzat a szelvény K-i részén csaknem vízszintes. Csak kisebb (10—50 m-es) vetők darabolják apróbb egységekre. Valószínű, hogy némelyik mélyebbre süllyedt részen a felső triász dachsteini mészkövet kréta képződmények (albai-cenomán turriliteszes márga, apti agyag, aleurolit és krinoideás mészkő), illetve foltokban megmaradt eocén képződmények takarják, de ezek vastagsága a triász mélységéhez viszonyítva nem számottevő.

A fedőösszetet geofizikailag egyveretű képződményből áll, amint a Pv-822 fúrás szelvénye mutatja (5—549 m között felső oligocén agyag, homokkő, homok — alatta triász dachsteini mészkő).

b) A szelvény középső részén kiemelkedő rög a terület legjelentősebb szerkezeti eleme. A 6200 m/s határsebességű szint, és ennek a geoelektromos  $\rho_{\infty}$  szinttel való megegyezése arra utal, hogy ez a szint, különösen tömött mezozoós vagy paleozoós képződmény. A határoló 300—500 m-es vetők jelentős, a Vértes-hegység előterében uralkodó, fő-törésvonalat jeleznek. A Bo-2 szelvény szerint a rög ÉK—DNy irányban nagyobb kiterjedésű. Geofizikai paraméterei hasonlóak a sári-maximuméhoz (lásd a csatka medencénél). Itt is feltételezhető mélyebbszintű ércelőfordulásra kedvező földtani modell. Megítélésünk szerint a sári maximum és az itt kimutatott — Bakonysárkány—Császár község között húzódó — maximum kapcsolódik egymáshoz; egyidejű szerkezeti mozgás létrehozta rögvonulat két távolabb fekvő tagjáról van szó.

c) A szelvény Ny-i részének felépítését a kisbéri fúrás jellemzi. A fúrás 60—710 m között oligocén agyag, homok összletet harántolt, alatta felső kréta mészkő (710—927 m) és jura mészkő (927—1025 m) után érte el a triász dachsteini mészkövet. Mind a szeizmikus, mind pedig a geoelektromos mérések a mezozoós karbonátos felszínt adják meg, vagyis a fúrás körzetében a felső-kréta mészkő felszínét. Sok adat utal arra,



hogy a szelvény Ny-i részén is számos kisebb vetőrendszer van, amelyek mentén az aljzat a mezozóikum különböző korú kőzeteibe vált át.

A szelvény Ny-i végén lévő fővetőt a geofizikai mérések csak jelzik, minden valószínűség szerint itt szakad le a medencealjzat a Kisalföld felé nagyobb mélységbe.

Ha továbbkutatásra javaslatot akarunk tenni, meg kell fontolnunk, hogy a regionális geofizikai kutatás részleteiben nem vizsgálta a terület mélyföldtani felépítését. A Bakonysárkány alatt húzódó árokszerű képződmény egyaránt lehet a mezozóikum karbonátos képződményeibe vágódott tektonikai árok, amely paleogén képződményekkel van kitöltve, vagy a mezozóikumban elhelyezkedő, márga, stb. sorozatból álló rétegfaj. A tektonikai rög tetőjén néhány adat helyi bemélyedésekre utal, ezek lehetnek az erózió megkímélte cocén mészkőfoslányok, amelyek megvédték az alattuk levő bauxit telepet. A mélység (450 m) miatt, ezek eleve a műrevalóság alsó határán vannak.

Elsősorban földtani alapkutatást javasolunk a kiemelt rögön, és a bakonysárkányi árokban. A fúrás össze kell hangolni a MÁFI itt folyó földtani alapkutatásával. Mivel a sári maximumon hasonló felépítés kisebb mélységben várható, érdemes ennek eredményeit megvárni.

Sem az emelt rög, sem pedig a vetőrendszerek területi kiterjedése nem ismert. Fúrás telepítése előtt — az optimális hely kijelölésére — kisebb volumenű területi geofizikai kutatás szükséges.

### *A Nyírád—devecseri medence*

Ebben a fejezetben nem az 1969. évi kutatásról számolunk be, hanem 1967. évi mérésinket értékeljük az azóta mélyített fúrások információinak tükrében.

A Nyírád—devecseri medencében végzett áttekintő geofizikai mérések eredményeit az ELGI 1967. Évi Jelentése (81—92 oldal), — 1 : 50 000 méretarányú szintes mélységtérkép-melléklettel — ismerteti. Ugyanitt tettünk javaslatot 5 fúrára. 1968-ban és 1969-ben — kisebb módosítás után — összesen 6 fúrás mélyítették (13. ábra). Az eredmények általánosságban és részletekben igazolták a geofizikai előrejelzést, ami röviden összefoglalva a következő.

Műrevaló bauxittelepek a Nyírád—nagyárpánypusztai kiemelt rögön (A) találhatók. Ezt DNy—ÉK csapású hosszanti vetőrendszer határolja. Egy erre merőleges haránt-vetőrendszer a hosszanti rendszer vonulatát megtöri és a mélybesüllyedő részt két tektonikai egységre bontja.

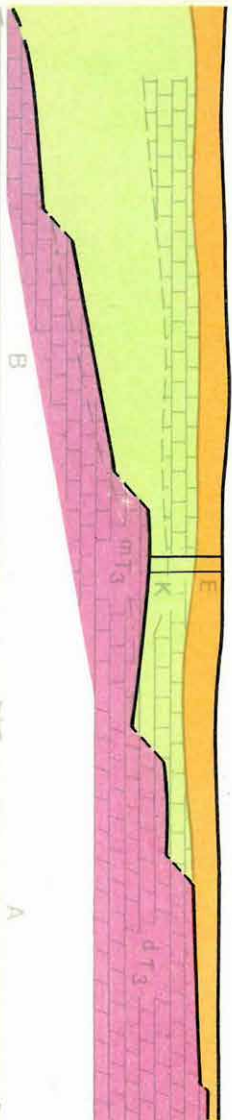
A B területrelesen a triász időszaki medencealjzat lépcsős vetőrendszer mentén süllyed a mélybe (Gyepűkajánál –1200 m a mélység). A triász képződményeket egyre vastagodó, sokszázméteres kréta összlet fedi (Na–3 szelvény). Bauxitelfordulásra csak a kisebb mélységben fekvő, keskeny teraszokon (I bauxitszint), illetve a kréta mészkő felszínén (II bauxitszint) van korlátozott lehetőség.

Gyepükaján

Ná-3

Gy-5

Ná-6



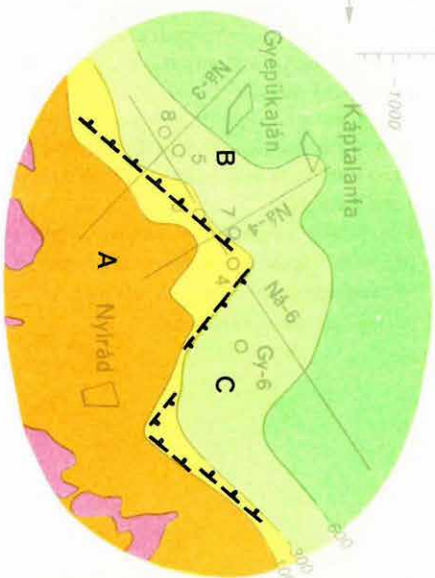
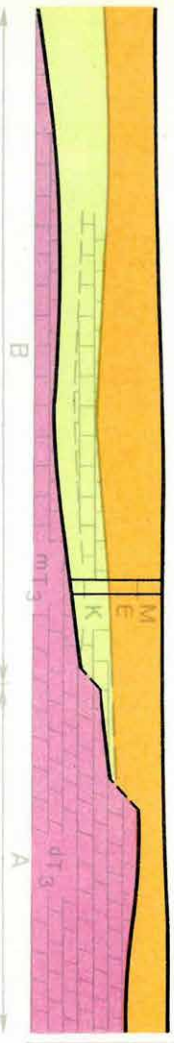
Káptalanfa

Káptalanfa

Ná-4

Gy-7

Ná-6



Ná-6

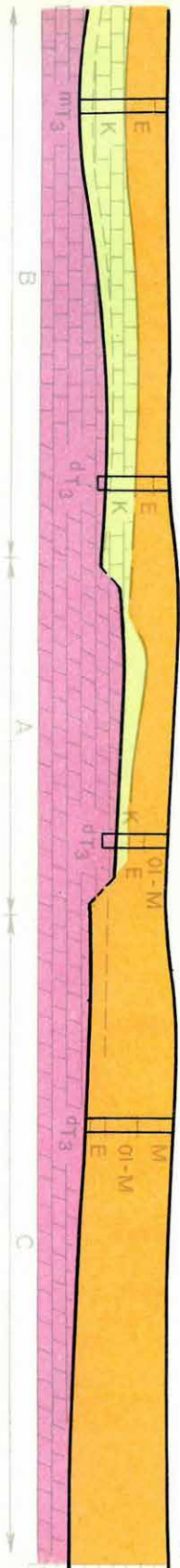
Gy-3

Ná-4

Gy-4

Gy-6

Pusztamiske



13. ábra Az 1967. évi geofizikai mérések értékelése 6 ellenőrző fúrás tükrében (Nyírad-devecseri medence)

1 geofizikailag elkülönített tektonikai egységek;

2 ellenőrző fúrások

Fig. 13 Interpretation of the geophysical measurements in 1967 as reflected by 6 test boreholes (Nyírad-Devecser basin)

1 tectonic units separated by geophysical features;

2 test boreholes

Рис. 13. Результаты геофизических работ 1967 г. в свете данных 6 контрольных скважин (бассейн района Нирад-Девечер)

1 - тектонические зоны, выделенные по геофизическим данным;

2 - контрольные скважины



A C területrészen (pusztamiskai depresszió) a medencealjzat közel vízszintes és –400–600 m mélységben van. A B típustól eltérően harmadidőszaki képződményekkel fedett, bauxitfeltárássra már csak a nagy mélység miatt sem alkalmas.

Az előzetes geofizikai adatokat a fúrási adatokkal egybevetve, a mélységmeghatározási hiba átlagosan 5%, kivéve az egyetlen Gy-5 fúrást, ahol az eltérés 44%. Az utóbbinál egy mélyen fekvő szeizmikus szint helyett, egy magasabban fekvő geoelektromos  $\rho_{\infty}$  szint bizonyult a triász időszaki medencealjzatnak.

A geofizikai kutatás lényegében negatív földtani adottságot jelzett. *A Nyírád—nagy-tárkánypusztai bauxitbányászatnak sem ÉNy-i, sem ÉK-i irányban nincs számottevő fejlődési lehetősége.* A további kutatás DNy felé ígéri a legtöbbet.

### *A Sümeg környéki bauxitgeofizikai mérések*

A Sümeg környéki (Kozmatag—Bárdiőtag pusztai) bauxitgeofizikai méréseket a Bauxitkutató Vállalat megbízásából végeztük. A felszínen lévő triász dolomiton a fúrásos kutatás gazdaságosabbá tétele végett bauxittároló szerkezeteket (töbröket) kerestünk. Emellett kísérleti program volt a terület szélén mélybe süllyedő triász időszaki medencealjzat nyomkövetése, hogy a mélyebb szinten még gazdaságosan elérhető I bauxitszintet jelezzük. A triászra fokozatosan vastagodó felső kréta (szenon) mészkőösszlet települ; távolabb ez is mélybe süllyed, és egyre vastagabb eocén mészkő takarja. A geofizikai mérés a kréta mészkő felszínét (és ezen a helyi bemélyedéseket) kutatta a II bauxitszint jelzésére (a területen egy kisebb, ilyen bauxitlencsét fúrással is feltártak; ez, kiterjedése és minősége szerint, a műrevalóság határán van).

A geofizikai kutatást sajátos metodikával végeztük. A kijelölt 5 km<sup>2</sup>-es területen először 50 x 100 m-es állomáshálózattal geoelektromos potenciáltérképezést végeztünk, majd a megfelelő tértorzulási és egyéb korrekciók figyelembevételével, ennek eredményeit lineáris vezetőképesség (S) térképen ábráztuk. A térkép jelezte számottevő anomáliákon kismélységű, többazimutos vertikális elektromos szondázásokat végeztünk, és ezzel választottuk szét a triász felszín bemélyedéseit az aljzat vagy a fedőösszlet vezetőképesség-változásaitól. Szeizmikus sekélyrefrakciós kutatást már csak a feltételezett bemélyedések (töbrök) fölött végeztünk. Ez a komplexus biztosítja a megfelelően sűrű hálózatu területi térképezést és a térképezés által érdekesnek talált helyek részletesebb mélységi kutatását.

*A terület földtani-geofizikai modelljének lényege,* hogy a D-i Bakony Ny-i peremén elhelyezkedő terület (14. ábra; —.—.—-lal körülhatárolt rész) délkeleti felén a felső triász dolomit felszínén, vagy kis mélységben van. A terület északnyugati felén a mezozoikum szintén a felszínen található, de nem földolomit, hanem dachsteini mészkő, valamint júra és kréta képződmények képviselik. Az északnyugati peremen a földolomit nagyjából ÉK—DNy csapású vetőrendszer mentén süllyed a többszáz méter vastagságú kréta

összlet alá, és egy viszonylag keskeny kösszeni márgás-mészköves sávon át dachsteini mészkővé vált át. É felé a felszínen megjelenik a középső eocén mészkő, majd ennél is fiatalabb képződmények következnek.

A terület fúrással kevésbé kutatott északi részén öt 20—30 m-es fúrás (Cn-552–556), déli részén az Nd-1109 fúrás van. A fúrások mindegyike kis mélységben (5—15 m) érte el a földolomitot.

A területtől É-ra, fúrással feltárt produktív bauxitlencsék ismereteseek. Kozmatag pusztától Ny-ra található a már említett kréta mészkőtöbörben elhelyezkedő (a Ck-10 és a közeli többi fúrással feltárt és a térképen piros sávazással jelzett) II bauxittelep.

A területen a geofizikai szelvények földtani értelmezése nem egyértelmű. Ennek legfőbb oka a mezozoós kőzeteknek az a tulajdonsága, hogy felszínközben fizikai paramétereik erősen változóak. Pl. általános jelenség, hogy a 10—20 m mélységben fekvő dolomit határsebessége 2200—2400 m/s-ra csökken, szeizmikus szempontból a vezérszint mélyebben, az üde dolomit határán jelentkezik 3300 m/s sebességgel. A geoelektromos  $\rho_{\infty}$  szint viszont a dolomit felszínét jelzi, és az alsó szeizmikus vezérszintnél nincs geoelektromosréteghatár. Ilyen esetben az alsó szeizmikus határfelület (vezérszint) közvetve jelzi a feltételezett töbör helyét, a bizonytalan felső szeizmikus szint és a geoelektromos  $\rho_{\infty}$  szint pedig a dolomit mélységét. Példaképpen az S-10 szelvényre hivatkozunk; az „a” szelvény az S vezetőképesség minimumát jelzi a feltételezett töbör helyén, a „b” szelvény pedig a geofizikai szinteket adja meg (a szelvényen két szondázás történt), a „c” szelvény az egyik — bauxitra optimális — földtani értelmezést szemlélteti (a feltételezett bauxitot a piros szín jelzi). Lehetséges azonban egy bauxitra meddő értelmezés: a bemélyedés porló (mállott) dolomittal van kitöltve.

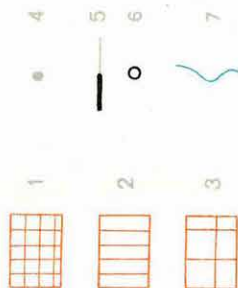
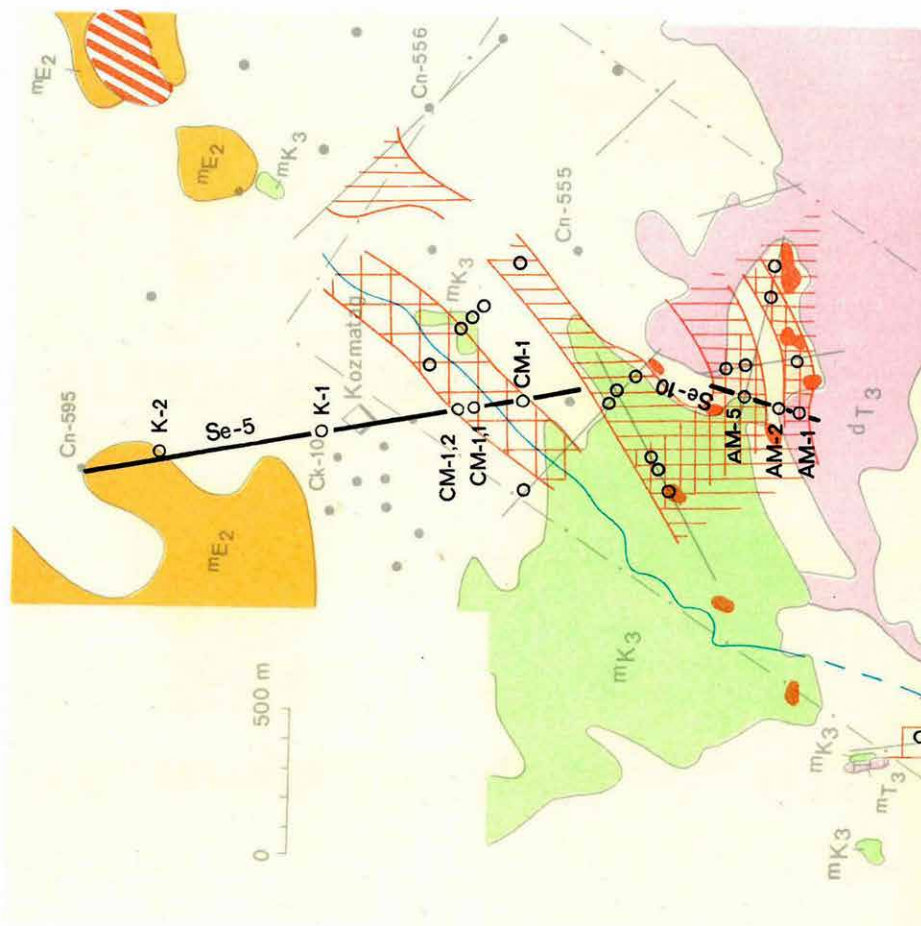
Az értelmezést általában a kőzetek ugrásszerű horizontális irányú paraméterváltozása nehezítette meg. Ez sem a geoelektromos szondázási görbék, sem pedig a szeizmikus út-idő görbék értelmezésénél nem zárja ki, hogy az „oldalhatásokat” ne a geofizikai szintek mélységváltozásával értelmezzük. E nehézségek miatt jelenleg az az álláspontunk, hogy a geofizika elsősorban a meddő helyeket különíti el — ez a terület nagyobb része — és ebben az értelmezés egyértelmű. A geofizika a bauxitra perspektívikusabb helyeket is jelzi, módszertani lehetőségeihez képest a fúrásokat optimális helyre telepíti, de a további kutatás itt a fúrásokra hárul.

A mérések eredményét a 14. ábra mutatja. Itt a jelmagyarázatnak megfelelően csoportosítottuk a bauxitra perspektívikus helyeket. A piros foltok felszíni bauxit-nyomokat jeleznek. Korábbi földtani térképek ezek egy részét feltételesnek jelölik. A legtöbb helyen a földtani értelmezést több variációban adtuk meg, pl. a Se-5 szelvényen a javasolt CM-1 fúrás telepítését három földtani variáció közül kettő (a és b) indokolja, a harmadik variáció (c) szerint viszont a geofizikai mérések jelezte látszólagos bemélyedést egy, a mezozoikumba települt kösszeni márga rétegfeje okozza.

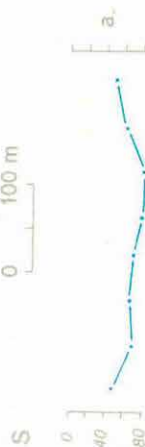
Se-5 szelvény, az I és II bauxitszint szétválasztására végzett kísérletek eredményét is szemlélteti. A feladat igen sok módszertani problémát vetett fel, és jelenleg még nem tekinthető véglegesen megoldottnak. A szelvényen jól követhető a kréta mészkő domborzata. A II bauxitszint kutatására két fúrást tettünk javaslatot (K-1 és K-2). A kré-



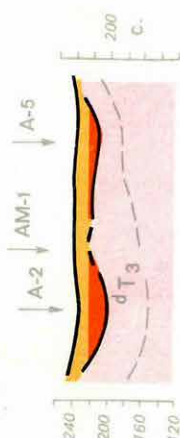
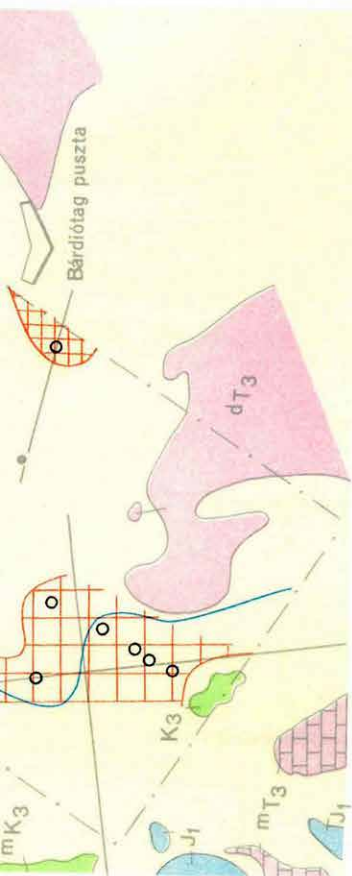




Se-10

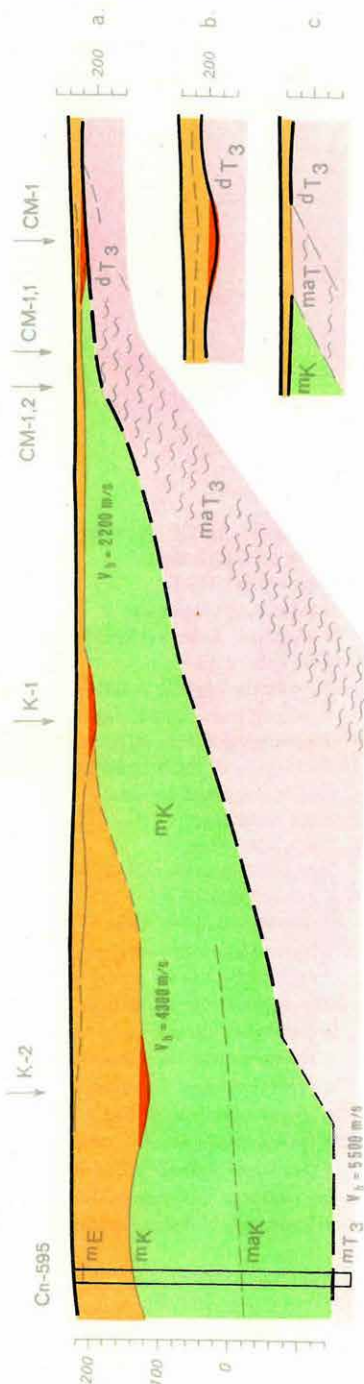


Se-11



Se-5

0 100 m



14. ábra A Sümeg környéki (Kozmatag-Bárdiőpuszta) bauxit-geofizikai mérések eredménytérképe

- 1 optimális területek;
- 2 másodlagos területek;
- 3 a kösszeni fácies valószínű elterjedése;
- 4 korábbi fúrások;
- 5 fontosabb geofizikai szelvényvonalak;
- 6 javasolt bauxitkutató fúrások;
- 7 a potenciáltérképezés célszerű alkalmazási területei

Fig. 14 Result map of the bauxite-geophysical measurements around Sümeg (Kozmatag-Bárdiőpuszta)

- 1 optimum sites;
- 2 secondary sites;
- 3 probable extension of the Kössen facies;
- 4 earlier drillings;
- 5 geophysical survey lines of special importance;
- 6 bauxite-boreholes suggested;
- 7 suggested areas for potential mapping

Рис. 14. Карта результатов разведки на бокситы геофизическими методами в районе с. Шюмег (с.с. Козматаг-Бардиопуста)

- 1 - наиболее перспективные площади;
- 2 - перспективные площади;
- 3 - предполагаемая площадь развития Кёссенской фации;
- 4 - ранее пробуренные скважины;
- 5 - наиболее важные геофизические профили;
- 6 - скважины, рекомендуемые для бурения на бокситы;
- 7 - площади, рекомендуемые для изучения методом потенциалов



ta mészkő és a márga (kösszentelepes összlet) alatt kirajzolódik a lépcsős vetősor mentén mélybesüllyedő triászfelszín. Ez mind a geoelektromos, mind a szeizmikus módszerrel meghatározható, de a kréta összlet árnyékoló hatása, valamint a vetőrendszer bonyolult szerkezeti képe sok geofizikai kiértékelési problémát vet fel. A felszínközeli lévő triász földolomit és a mélybesüllyedt márgán elhelyezkedő dachsteini mészkő között, kösszeni rétegfaj betelepülését jelzik a felszíni geofizikai mérések, de a rétegfaj pontos azonosításának kérdése még nem megoldott.

Az S térkép egyik izovonalát a 14. ábra térképén kék színnel kiemeltük. Értelmezésünk egy bauxitra kedvezőtlen variációja szerint, ettől Ny-ra jelenik meg a medencealjzatban a kösszeni fácies.

★

A vizsgált területen első fázisban 12 *bauxitkutató és 8 földtani megismerést célzó fúrás* (kösszeni fácies elhelyezkedése, kréta mészkő felszín azonosítása, az ún. kréta zátonymészkő kérdése, stb.) mélyítését javasoljuk. Az első fázis eredményei további 13 bauxitkutató fúrást indokolhatnak. A Bauxitkutató Vállalat javaslatunkat elfogadta.

*Az 1968. évi Halimba—kabhegyi bauxitgeofizikai mérések értékelése az azóta mélyített fúrások tükrében*

Az Alumíniumipari Tröszt megbízásából az ELGI 1968-ban végzett először közvetlen bauxitgeofizikai (töbör) kutatást. A kísérleti munka eredményeit az ELGI 1968. Évi Jelentése ismerteti. A Jelentésben 31 fúrás mélyítését javasoltuk.

A Bauxitkutató Vállalat 1969-ben 32 fúrás mélyített. Ezek fúrástechnikai okokból nem pontosan a javasolt helyen mélyültek, hanem azoktól 50—100 méterre.

Bauxitkutatás szempontjából legjelentősebb eredmény, hogy a Ha-9 szelvényen a K-12 és 1337 fúrások (lásd az 1968. Évi Jelentés, 12. fejelet, 10. ábráját) közötti *anomáliaterület produktívnak bizonyult*. Itt összesen 22 fúrás mélyült, ezek a geofizikai eredményeket igazolták. A fúrások közül 13 produktív: 4 és 19 m közötti vastagságú bauxitlepet harántolt. A művelelő bauxitlepet a Malomvölgy XI/a. lencse ÉÉK-i folytatásának tekinthető, de ahhoz szorosan nem kapcsolódik.

Kiseb anomáliákon további 6 fúrás mélyült; ezek közül csak 3 igazolta a méréseket, bauxitot egyik fúrás sem talált.

Negatív eredmény a K-8 fúrásnál jelzett anomália, ahol a geofizikai értelmezés nem ismert fel egy kösszeni fáciesű rétegfaj, ill. a triász dolomitban levő bemélyedésnek jelzete. A Bauxitkutató Vállalat 4 fúrással tisztázta a kérdést.

Ha munkánkat általánosságban értékeljük, megállapíthatjuk, hogy elsősorban a meddőnek jelzett területek geofizikai felismerése bizonyult megbízhatónak, a geofizikai ku-

tatás a fúrásokat a terület egynegyedére koncentrált. Az anomáliáknál egy-egy fúrás elegendő volt a bauxit jelenlétének (vagy hiányának) eldöntésére. Három olyan kisebb anomália helyén nem találtak töbröt, ahol azt csak potenciálmérések jelezték.

A fúrások eredményének figyelembevételével a geofizikai metodikát fejlesztettük és az 1969. évi sümegi méréseknél már ezt alkalmaztuk.

### *Geofizikai „biztonsági” mérések fúrástelepítéshez*

A Csákberény—Söréd környékén végzett méréseket inkább a geofizika új alkalmazási lehetősége, mint a mérések volumene miatt említjük meg. A Bauxitkutató Vállalat a területen 300 m-es berendezéssel mélyített hálózatosan telepített kutatófúrásokat. A geofizikai méréseknek el kellett különíteniük azokat a helyeket, ahol az aljzat 300 m-nél nagyobb mélységű, s az adott berendezéssel nem érhető el.

A főleg geoelektromos középszondázással végzett kutatás szerint a tervezett 11 pont közül 4-en a mélység 300 m-nél nagyobb. A triász aljzat két, egymásra merőleges vető mentén hirtelen süllyed a mélybe. A vetőket a szondázási görbék „oldalhatásból” származó indikációiból közelítően határoztuk meg. Ez lényegesen csökkentette a geofizika költségeit, de azért kielégítette a feladat szabta követelményeket.

A javasolt, 50—150 m aljzatmélységű területen a fúrások átlagosan 15 m-es eltéréssel igazolták az előzetes geofizikai adatokat.

### 13 KOMPLEX ÉRCKUTATÁS GEOFIZIKAI MÓDSZEREKKEL A BÖRZSÖNY HEGYSÉGBEN\*

A magyarországi vulkáni hegységekről már korábban (ELGI Évkönyv II. kötet) megállapítottuk, hogy medencszerkezetűek. Ennek megfelelően, ha valamelyik vulkáni hegységünkben a vulkáni tevékenységgel kapcsolatos ércesedést nyomozzuk, a feladatot kétféle léptékben közelítjük meg.

Az egyik megközelítési lépték a nagyszerkezeti felderítés. Mielőtt az ércesedés legkedvezőbb helyeit kijelölnénk, ismernünk kell azokat a szerkezeti adottságokat, amelyek, annak esélyeit befolyásolhatták. Ilyen felderítő jellegű kutatásban, rendszerint 200 000-es méretarányú (valójában 100 000-es pontosságú) országos gravitációs és földmágneses térképeinket elemezzük, valamint szeizmikus (főleg refrakciós) aljzatkutató méréseket alkalmazunk. Ebbe a „léptékbe” tartozik (ha szükséges) a fedőösszlet szerkezetének regionális kutatása, amely módszerösszetétel és részletesség szempontjából alig különbözik az aljzatkutatástól. Itt már szerepet kaphat a reflexiós szeizmika, a geoelektromos módszer és a gravitációs-földmágneses mérések valamelyes részletezése.

Magának az ércesedésnek a nyomozásánál (a másik léptékben) tekintettel vagyunk hazai érceink települési mélységére és ezzel összefüggésben, műrevalóságára. Az ismert hazai érctelepek kiterjedése meglehetősen csekély. Ezért, közvetlen érckutatásra a gravitációs és földmágneses méréseknek az ún. mikrohálózatú-válóját, valamint a geoelektromos módszereknek kis és közepes behatolású, lokális kutatásra alkalmas válójait (gerjesztett potenciál, hurok-módszer, természetes potenciál, VESZ, esetleg ellenállás-szelvényezés) célszerű alkalmazni.

A kétfajta kutatási felfogás között természetesen nincsen éles határ, hiszen a karbonátos aljzatok vulkáni hegységek alatt ércgyanúsak. Ha tehát pl. a refrakciós szeizmikával nyomozott aljzat műrevaló magasságba emelkedik, nyilvánvaló, hogy a felderítőnek indult szerkezetkutatás léptéket vált és részletezővé válik.

\* Erkel A., Hoffer E., Mituch. E., Zsille A.



A leírtakból következik, hogy a kétfajta kutatás területe — egy bizonyos évben — nem feltétlenül azonos.

Nagyjából ezek a szempontok vezérelték és vezérlik a Börzsöny hegységben 1965 óta végzett komplex kutatásainkat.

1969-ben a hegység K-i előterében szeizmikus refrakciós mérésekkel kutattuk a medencealjzat mélységét, domborzatát és szerkezetét. A mérési eredményeket, a szelvényhálózattal együtt a 15. ábrán láthatjuk. Az ábrán feltüntettük az aljzatsebesség pásztáit is, mert arra a kérdésre is szeretnénk választ adni, hogy hol van a mélyben a paleozóikum és a mezozóikum határa. Véleményünk szerint az 5200—5400 m/s sebességű pászták paleozóos képződményekkel azonosíthatók (diósjenői fúrások). A terület D-i részén az 5900—6000 m/s határsebességű aljzat triász karbonátokat jelent (felsőpetényi és romhányi fúrások, a felszíni romhányi rög). A hegység alatt és a peremi részen meghatározott 6000 m/s határsebességű pásztát szintén karbonátos triásznak véljük.

A biztosan mezozóos ill. paleozóos aljzatú területrészeket változó sebességű pászták sávja választja el (5600—4600—5200 m/s). Ezek a határsebességek sem a paleozóikumra sem a mezozóikumra nem jellemzők, de a szeizmikus adatokat a földmágneses anomáliaképpel egybevetve, az a véleményünk, hogy ahol a 6000 m/s sebességű pászta egy mágneses anomáliával érintkezik, ott van a mezozóikum ÉNy-i határa. A mágneses anomáliáról ugyanis azt gondoljuk, hogy a kristályos aljzat egy amfibolitos pásztája.

A mágneses anomáliáknak persze több magyarázata is lehet (pl. mezozóos szubvulkánit), de a fenti kép a legvalószínűbb.

A mezozóos (triász) aljzat a BÖR-5 szelvény NY-i végén — 300 m magasságba emelkedik. Felhívjuk a figyelmet ennek a körülménynek ércutatási jelentőségére.

A terület DK-i részén a medencealjzat viszonylag hirtelen — 800 m mélységbe süllyed. Közvetlenül fölötte egy 4000—4500 m/s határsebességű szint jelenik meg, amelyet paleogénnek vélünk.

A terület függőleges szeizmikus sebességeloszlását a 16. ábra szemlélteti.

A részletező földmágneses, gravitációs és természetes potenciálméréseket 1969-ben a fedőösszlet szerkezetének kutatására végeztük (17. ábra). Az eredménytérképek értelmezéséről a következőkben számolunk be.

Az értelmezésnél tekintettel kellett lennünk arra, hogy az ércutatás szempontjából legfontosabb — később ismertetendő — gerjesztett potenciálmérések behatolási mélysége 150—200 m. Ezért a Bouguer anomáliák finomabb értelmezésére olyan szűrőt alkalmaztunk, amely az adott mélységnek megfelelő kis hullámhosszúságú anomáliákat emeli ki. A szűrőszáma megválasztását korlátozta, hogy a felszínközeli kis hatások a mérések korrekciós tartományába („zajszintjébe”) esnek. A 18. ábrán egy olyan maradékanomáliatérképet mutatunk be, amely a 450 m és 900 m közötti hullámhosszúságú anomáliákat emeli ki.

A földmágneses és a természetes potenciál anomáliatérkép közvetlen földtani következtetésekre alkalmas. Mágneses szempontból a terület két eltérő jellegű részre osztható:



BÖR-4

1

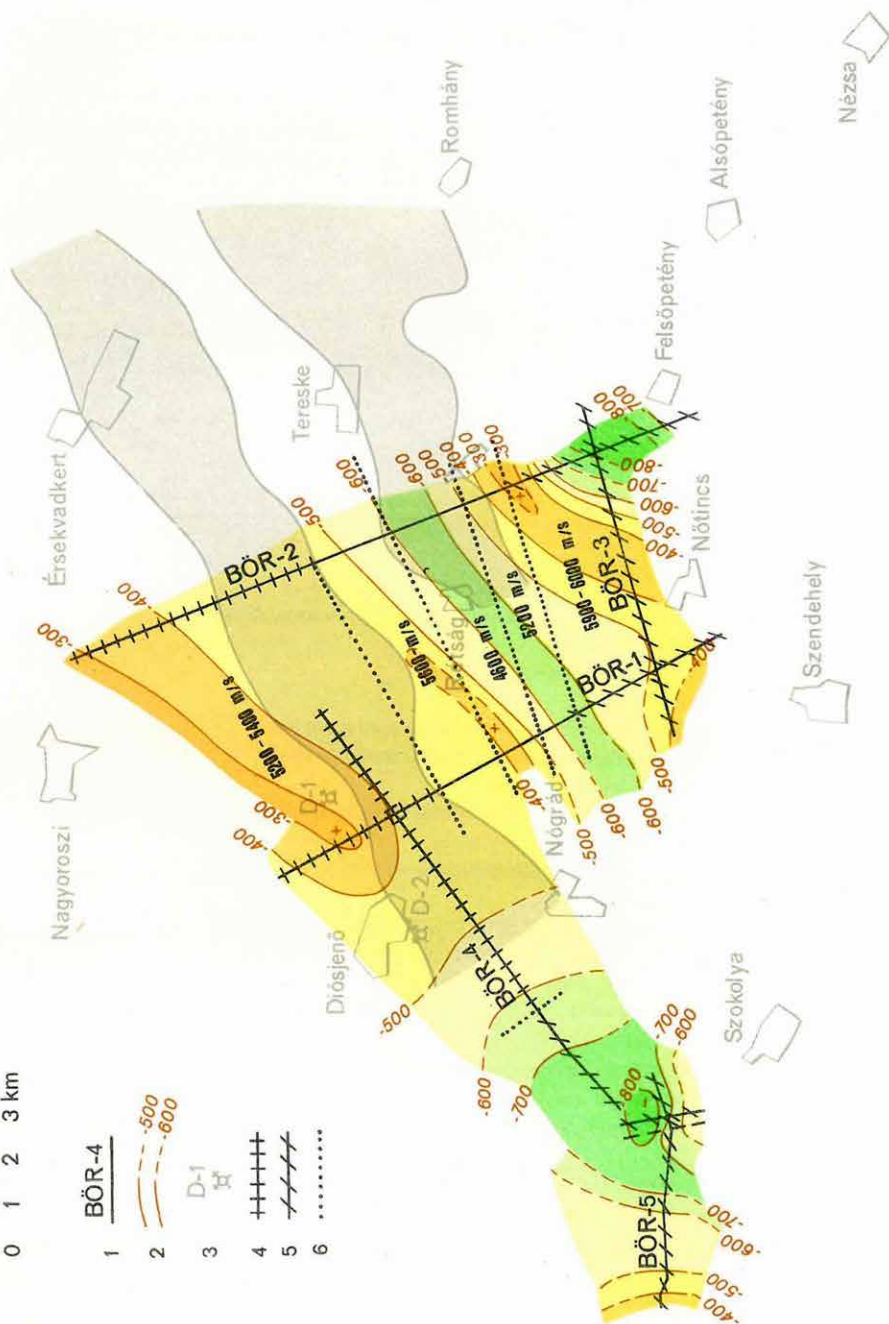
2 -500  
-600

3 D-1

4 + + + +

5 / / / /

6 .....



15. ábra A paleo-mezozóos medencealjzat szintvonalas-térképe

- 1 refrakciós vonal;
- 2 a medencealjzat szintvonalai;
- 3 mélyfúrás;
- 4 5200–5400 m/s határsebességű medencealjzat;
- 5 5900–6000 m/s határsebességű medencealjzat;
- 6 sebességzónák határa

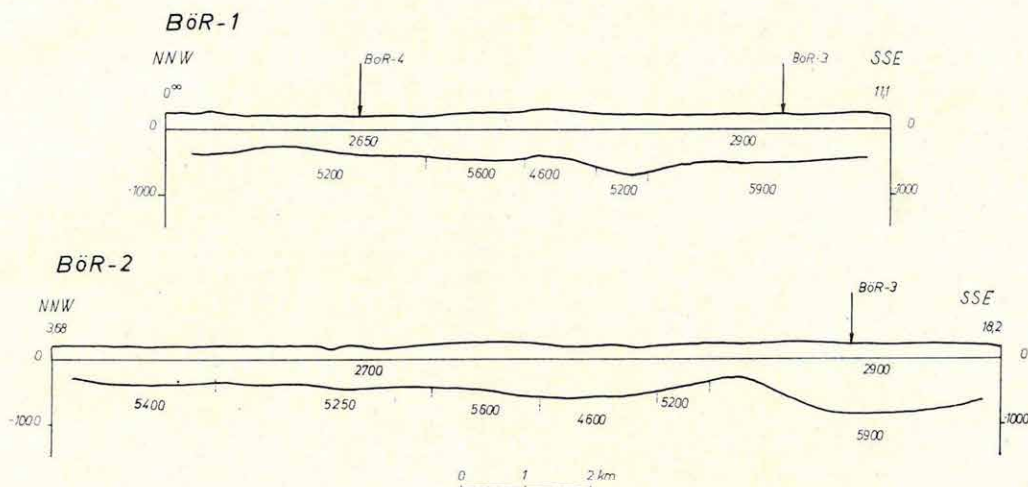
Fig. 15 Contour map of the Paleo-Mesozoic basin-floor

- 1 refraction line
- 2 contour-lines of the basin-floor;
- 3 borehole;
- 4 basin-floor with a boundary velocity of 5200–5400 m/s;
- 5 basin-floor with a boundary velocity of 5900–6000 m/s;
- 6 boundary of the velocity zones

Рис. 15. Карта изогипс палеозойско-мезозойского фундамента

- 1 - профили КМПВ;
- 2 - изогипсы основания бассейна;
- 3 - глубокие скважины;
- 4 - основание, характеризующееся граничной скоростью 5200-5400 м/сек;
- 5 - основание, характеризующееся граничной скоростью 5900-6000 м/сек;
- 6 - граница зон с различными скоростями





16. ábra. A BÖR-1 és BÖR-2 szeizmikus refrakciós szelvény

Fig. 16 Seismic refraction cross-sections BÖR-1 and BÖR-2

Рис. 16. Сейсмические разрезы КМПВ по профилям BÖR—1 и BÖR—2

egy zavaros (főleg pozitív) anomáliájú, és egy nyugodt, szinte anomáliamentes részre. Az első típus főleg a piroxénandezites, a második típus pedig a savanyú vulkánitos és piroklasztikus területekre jellemző.

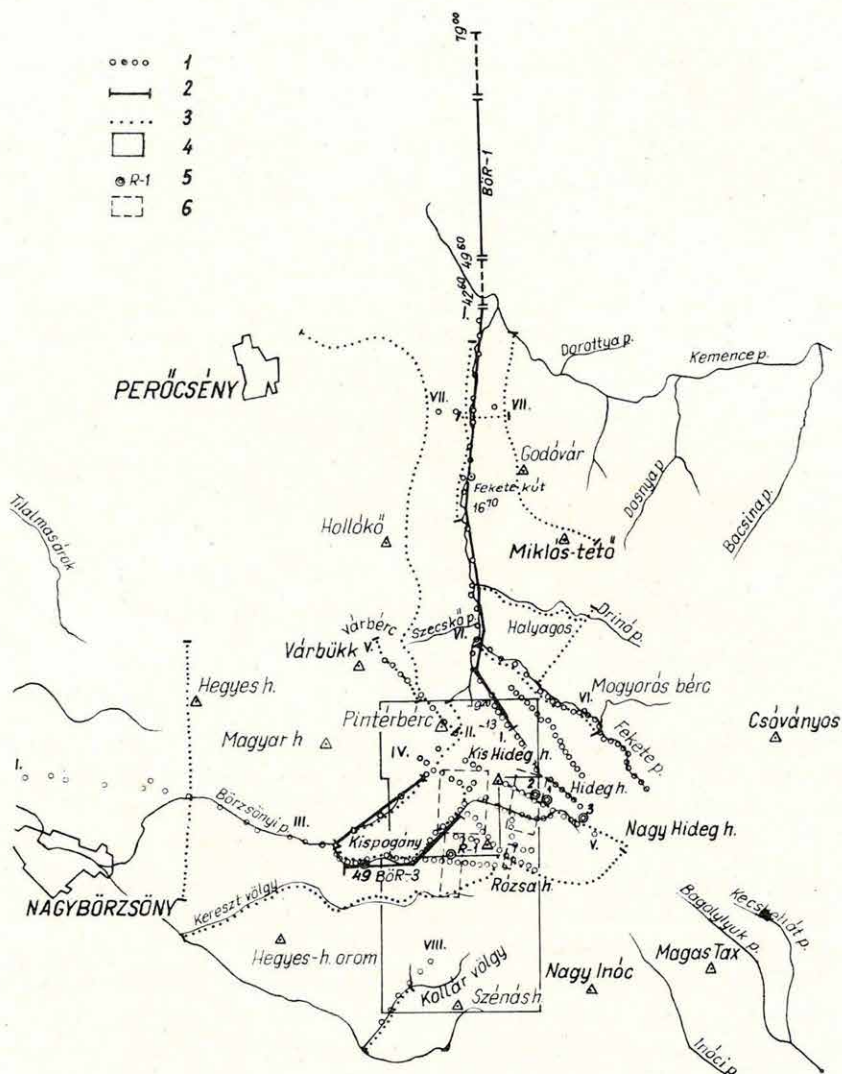
A pozitív gravitációs maradékanomáliák magyarázata: a kisebb sűrűségű piroklasztikumokba (esetleg föléjük) nyomult nagyobb sűrűségű lávas kifejlődésű piroxén andezit; vagy a szubvulkáni benyomulással kapcsolatos sűrűségkontraszt; végül okozhatja egyszerű sűrűségváltozás az andeziten belül.

Ha a gravitációs maradékanomáliákat a földmágneses anomáliatérképpel egybevetjük, azt látjuk, hogy némelyik maradékanomália kis frekvenciájú és nagy amplitudójú mágneses anomáliával korrelál. Az ilyen területeken az első alternatíva a valószínű. Ahol a maradékanomáliák terelete mágneses szempontból nyugodt, anomáliamentes, ott a második alternatíva érvényes. Ahol végül a maradékanomáliákkal kis amplitudójú, relatív mágneses maximumvonulatok korrelálnak, a harmadik változat kerül előtérbe.

Az első és a harmadik csoport területei: Kishideghegy, Bányapuszta, Pintérbérc, stb. A második csoport területe ettől D-re van, az ismert szubvulkáni benyomulás területén.

Mindezek, a közvetlen ércutató geoelektromos módszerek számára előkutatásul szolgáltak.

A közvetlen, részletes ércutató geoelektromos felszíni ellenállásmérésekből és gerjesztett potenciálmérésekből állott. Az előbbivel a lávas fácieseket és a bennük lévő kis ellenállású tömegeket, az utóbbival a Rózsáhegy és a Kishegy környékén elszórtan észlelt GP anomáliákat akartuk körülhatárolni.

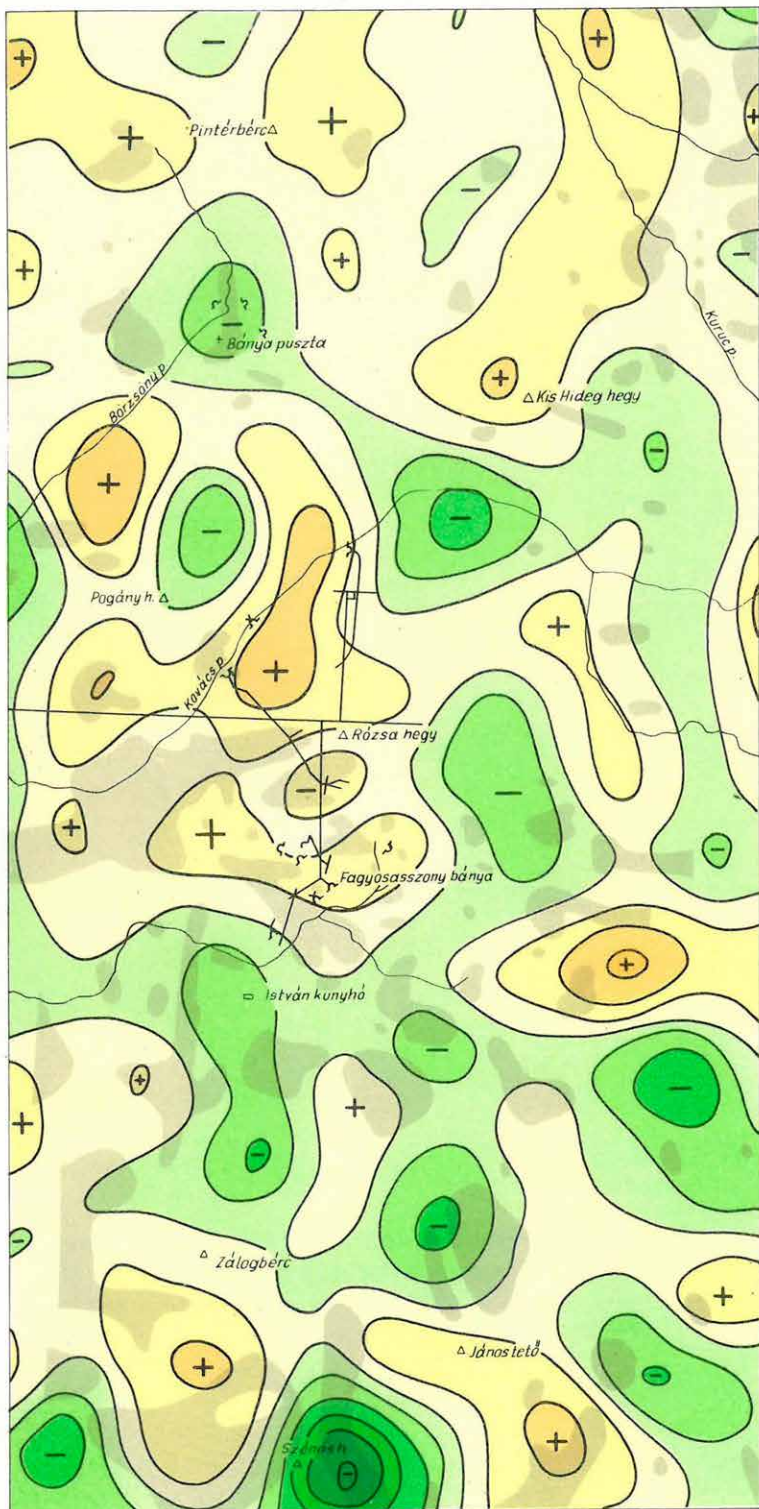


17. ábra. A Börzsöny hegységben végzett komplex geofizikai kutatások helyszínrajza  
 1 geoelektromos szondázás; 2 szeizmikus refrakciós szelvény; 3 szelvénymenti graviméteres, földmágneses és természetes potenciálmérések; 4 területi graviméteres, földmágneses és természetes potenciálmérések; 5 gerjesztett potenciálmérés; 6 területi gerjesztett potenciálmérések

Fig. 17 Layout of the integrate geophysical survey in the Börzsöny Mountains  
 1 geoelectric sounding; 2 seismic refraction profile; 3 gravimetric, magnetic and SP-measurements carried out along profiles; 4 areal gravimetric, magnetic and SP-measurements; 5 induced-potential survey; 6 areal induced-potential survey

Рис. 17. План комплексных геофизических работ, проведенных в районе гор Бёржён  
 1 — пункты ВЭЗ; 2 — сейсмические профили КМПВ; 3 — профильные съемки гравиметрическим, магнитометрическим методами и методом ПС; 4 — площадная съемка гравиметрическим, магнитометрическим методами и методом ПС; 5 — работы методом вызванного потенциала; 6 — площадная съемка методом вызванного потенциала

0 500 m





18. ábra Gravitációs maradékanomátiatérkép a földmágneses hatókkal

Fig. 18 Residual gravity anomaly map, with magnetic bodies

Рис. 18. Карта остаточных аномалий поля силы тяжести с магнитными массами

Az ellenállásmérésekből többféle izoohmtérképet szerkesztettünk. Az  $AB=640$  m elektróda-távolsággal szerkesztett térképen (19. ábra) a 150—350 ohm-es maximumok  $DDNy-ÉK$  csapásúak. Közöttük minimumsávok vannak. A rendkívül tagolt topográfia következményeképpen ezeknek a sávoknak világos, egyértelmű körülhatárolása nehéz.

A vertikális elektromos szondázásokat, 100 m-es átlagos pontsűrűséggel, szelvények mentén végeztük. Eredményeiket a 20. és a 21. ábra mutatja. Az V. szelvényben egy nagy ellenállású, valószínűleg lávás fáciest fokozatosan vastagodó piroklasztikus összet fed. Ennek felső, 20—25 m vastag része nagyobb ellenállású, valószínűleg azért, mert száraz. A lávás kifejlődésű andezit ellenállása 160—1250 ohm között van úgy, hogy minél magasabb a helyzete, annál nagyobb az ellenállása. A szelvények négy szakaszán is kimutattunk függőleges határú, kisellenállású (48—112 ohm), andeziten belüli tömegeket. A gerjesztett potenciál anomáliák térképén (22. ábra) az  $\eta > 2,5\%$  anomáliás terület  $É$  felé szélesedik. A nagy anomáliák általában  $ÉÉK$ -i csapásúak, de számos szabálytalanul elhelyezkedő anomália is megfigyelhető.

Viszonylag nagy GP anomáliákat igen gyenge százaléku szulfidos ércetek is előidézhetnek, ha az eres érchintések kellően sűrű hálózatot alkotnak.

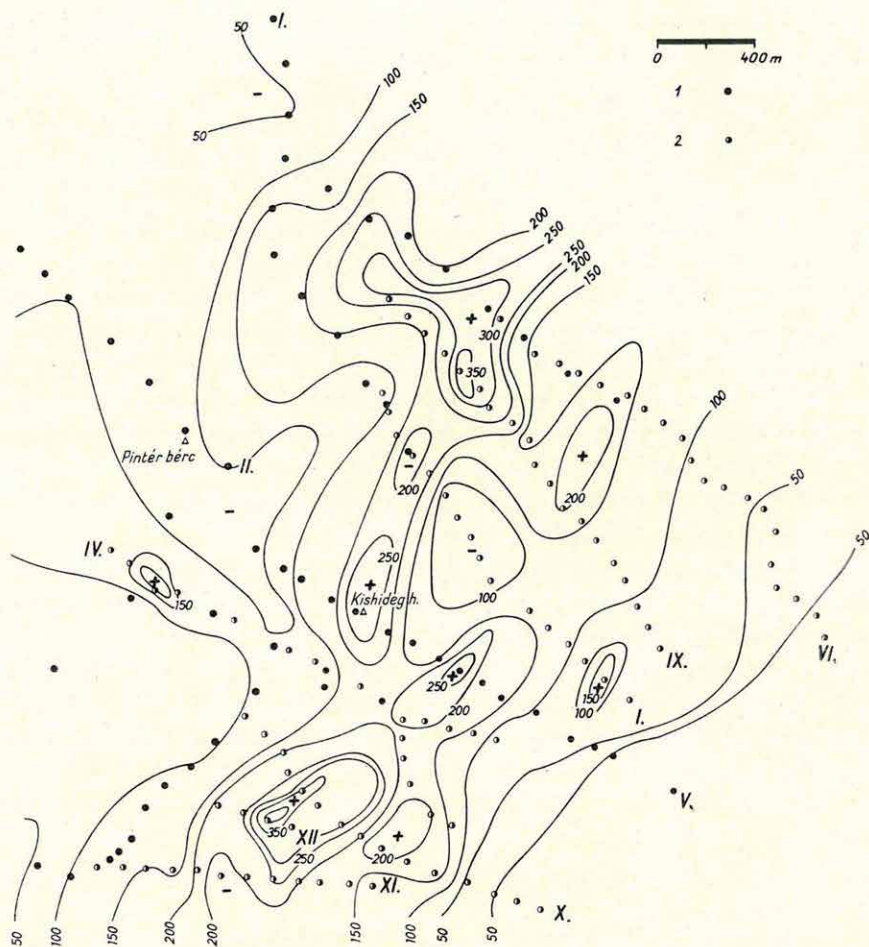
Ha a korábban említett andeziten belüli kisellenállású tömegek határait a felszínre vetítjük, egy 2—2,5 km-es hosszúságú,  $DDNy-ÉÉK$  csapású sávrendszert kapunk. A legnagyobb GP anomáliák ezek fölött találhatók.

A felsorolt mérések eredményei logikusan összefüggő és egymást kiegészítő adatrendszert alkotnak. A pozitív gravitációs maradékanomáliát okozó és kisellenállású zónák  $DDNy-ÉÉK$  csapású hosszú töréseket jelezhetnek: olyan töréseket, amelyek mentén feltörő hidrotermális oldatok a mellékkőzeteket 100—150 m széles sávban átítatták. Az ugyanitt lévő GP anomáliák sejtetik hogy, ez a folyamat valószínűleg szulfidos ércet hozott létre.

Néhány adat arra utal, hogy ha volt ilyen ércesedés, akkor a vulkáni tevékenység utolsó fázisában jött létre.

Egy mélyszinti ércesedés sem lehetetlen, ezért egyik leglényegesebb eredményünknek a karbonátos aljzat meghatározását tartjuk, és ismételten felhívjuk a figyelmet annak emelt részére, amelynek további kutatását 1970-ben tervezzük.

További terveinket az eddigi eredmények szabják meg. Két lényeges — inkább kutatáspolitikai — problémánk van. Az egyik, hogy a geofizikai kutatás területét minél előbb összehozzuk a földtani kutatás területével (az ELGI korábban kezdte a területen méréseit — az akkori földtani koncepciónak megfelelően — a jelenlegi, ismertebb területen). A másik probléma, hogy vajon az igen lassú mikrogravitációs mérésekkel haladjunk-e előre (a hegység légimágneses felmérése már megtörtént), vagy pedig a részletes ércutató GP mérések orientálására ritka hálózatú GP méréseket végezzünk. A két probléma összefügg és gazdasági oldala is van. A gravitációs mérés igen olcsó, viszont ha ez szabja meg a haladás ütemét, kb. öt év múlva vizsgáljuk majd a földtani térképezés jelenlegi területét.



19. ábra. Izoohtérkép (AB=640 m)  
1 az 1968. évi mérések ; 2 az 1969. évi mérések

Fig. 19 Isoohm map (AB=640 m)  
1 the 1968 survey ; 2 the 1969 survey

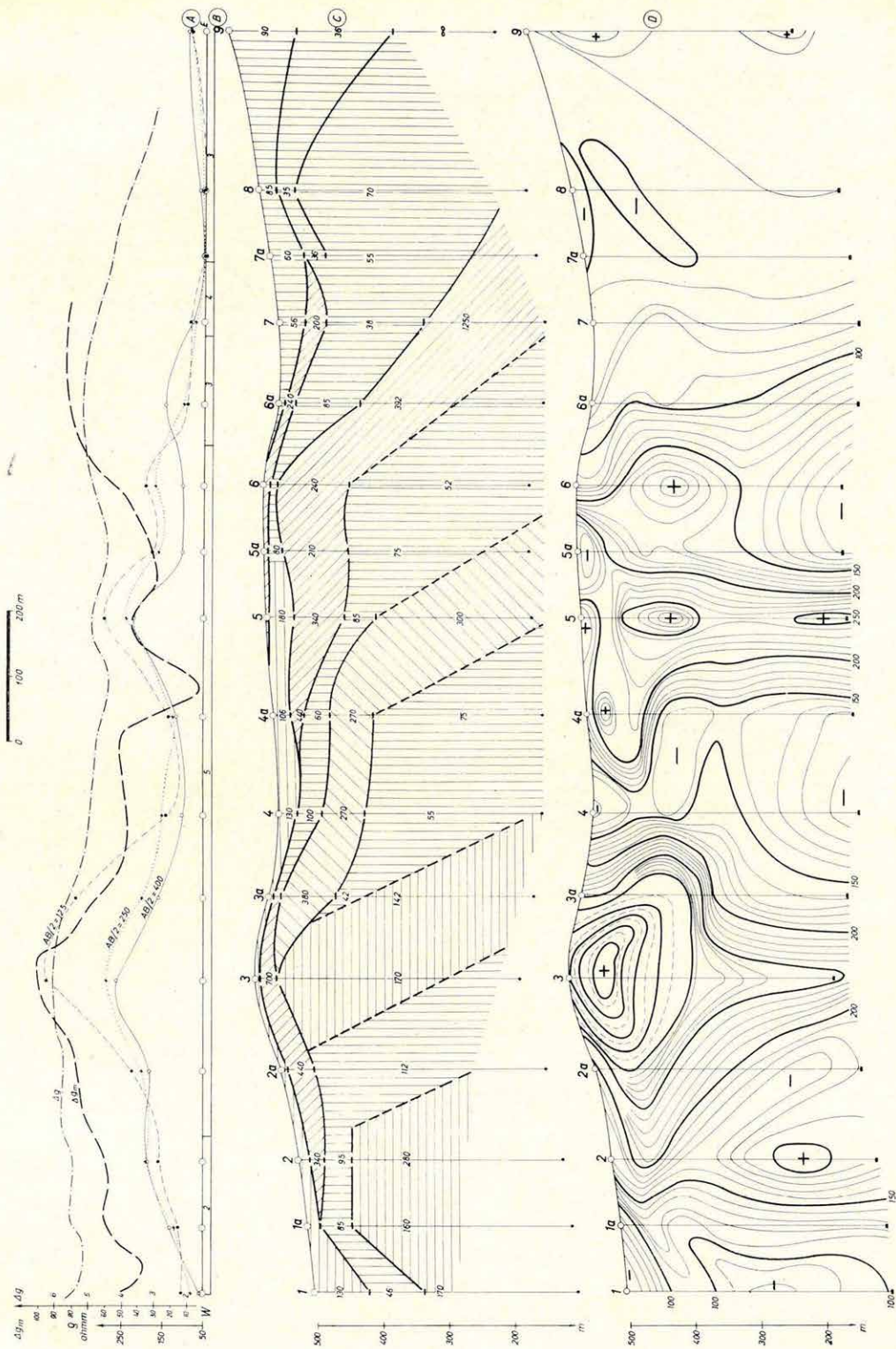
Рис. 19. Карта изоом (AB=640 м)  
1 — работы 1968 г.; 2 — работы 1969 г.

20. ábra. Az V. geoelektromos szelvény (Kishideghegy—Nagyhideghegy) →

Fig. 20 Electrical profile V (Kishideghegy—Nagyhideghegy) →

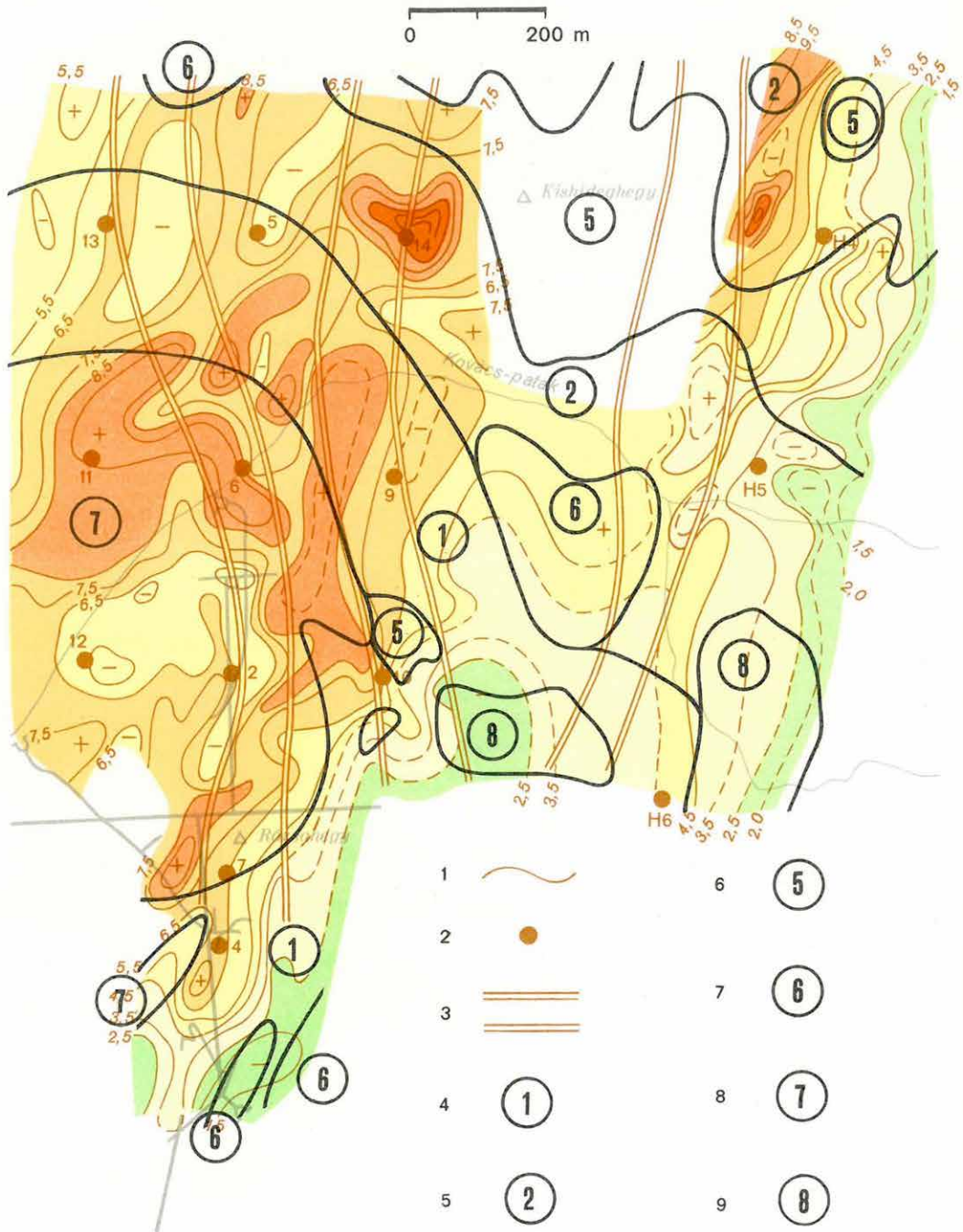
Рис. 20. Электрический разрез по профилю V. (Кишхидегхедь—Надьхидегхедь) →







0 200 m



- |   |  |   |  |
|---|--|---|--|
| 1 |  | 6 |  |
| 2 |  | 7 |  |
| 3 |  | 8 |  |
| 4 |  | 9 |  |
| 5 |  |   |  |



22. ábra Gerjesztett potenciál anomáliatérkép

- 1 izovonal  $\eta$ %-ban;
- 2 GP szelvényhálók középpontja;
- 3 kisellenállású zónák;
- 4 gránátos amfibol-kloroandezit;
- 5 amfibol-kloroandezit;
- 6 biotit-amfibol- kloroandezit;
- 7 biotit-amfibolandezit;
- 8 biotit-amfibol-klorodácit;
- 9 amfibolos piroxénandezit

Fig. 22 Induced-potential anomaly map

- 1  $\eta$  -isoline, in % ;
- 2 center of the induced-potential networks;
- 3 low-resistivity zones;
- 4 garnet-bearing amphibole-chloroandesite;
- 5 amphibole-chloroandesite;
- 6 biotite-amphibole-chloroandesite;
- 7 biotite-amphibole-andesite
- 8 biotite-amphibole-chlorodacite
- 9 amphibolic pyroxene-andesite

Рис. 22. Карта аномалий по методу вызванного потенциала

- 1- Изолинии  $\eta$  в % ;
- 2- центр сети профилей, проведенных методом вызванного потенциала;
- 3- зоны, характеризующиеся низкими величинами сопротивления;
- 4- гранатоносные амфиболо-хлорандезиты;
- 5- амфиболо-хлорандезиты;
- 6- биотито-амфиболо-хлорандезиты;
- 7- биотито-амфиболандезиты;
- 8- биотито-амфиболохлордациты;
- 9- амфибольные пироксеноандезиты

Az ELGI a címben foglalt tevékenységet 1969-ben jelentős mértékben bővítette. Hivatásának megfelelően és lehetőségeihez mérten igyekezett kielégíteni a vízügyi szervek, mélyépítési tervező vállalatok, bányák, a mérnökföldtan és robbantástechnika minden olyan geofizikai munkaigényét, ahol ez műszaki tervezési többletet, vagy számottevő gazdasági megtakarítást eredményezett. Összesen 31 téma keretében hévíz és karsztvízfúrások telepítéséhez, felszínközeli víztárolókra tervezett regionális vízmű optimális helyének kijelöléséhez, építőipari ásványkészlet számításához végeztünk méréseket. Folytattuk mérnökgeofizikai rezgés- és nyomásméréseinket, továbbá közreműködtünk az UNESCO hidrogeofizikai fejlesztő munkájában, stb.

A következőkben a kialakult munkamódszerek és a geofizikai lehetőségeinek szemléltetésére — a teljesség igénye nélkül — néhány feladat megoldását ismertetjük.

### *Hévíz- és karsztvízfúrások telepítése*

A Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Intézet és az Országos Vízügyi Hivatal más intézményei 1969-ben főleg mélyebb (500—1000 m-es) vízfúrások telepítéséhez igényeltek előzetes geofizikai méréseket. Általában tektonikailag zavart, *vízföldtani modelljében ismeretlen területeket* kutattunk. A mindössze kétéves múltra visszatekintő geofizikai mélyvízkutatás minduntalan módszertani problémákkal kerül szembe és viszonylag költséges (a költségek a fúrási költségek 15—20%-ára rughatnak, ha tektonikai vázlatot is kell nyújtani a fúrástelepítéshez). Természetes viszont, hogy a geofizikai mélyvízkutatást elsősorban ezekhez a problematikus fúrásokhoz kéri, amelyeknél egy jó vízáadó réteg "találati valószínűsége", geofizika nélkül igen rossz. Nem kevésbé hasznos azonban vízfúrások mélyítése előtt, az ún. *biztonsági geofizikai mérés*, amikor a fúrás viszonylag

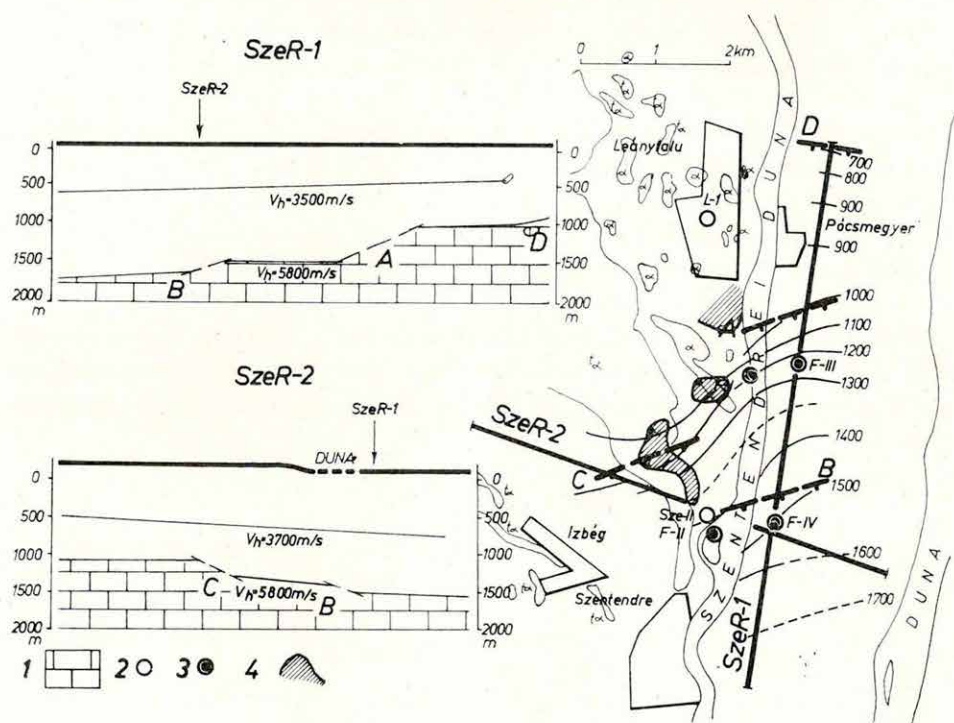
\* Kakas K., Jóna E., Ráner G., Szabadváry L.





ismert (vagy ismertnek feltételezett) vízádóra települ. A geofizika ilyen alkalmazása lényegesen olcsóbb (a fúrás költségeinek 5—10%-a). Célja a meddő kút megelőzése, illetve jobb helyre telepítése és a megfelelő fúróberendezéstípus kiválasztása a mélység pontosabb ismeretében. Ha a geofizikai kutatás csak minden tizedik fúrásnál eredményes, költségei már megtérültek. Ennek a lehetőségnek a felhasználását még jelentősen lehetne bővíteni. Bemutatunk néhány példát a bonyolultabb feladatok megoldására.

Kőszeg környékének mélyvízföldtani adottságai rendkívül kedvezőtlenek. A várostól Ny-ra emelkedő Kőszegi-hegység paleozóikuma (agyagpala, csillámpala, stb.) nagy mennyiségű víz tárolására nem alkalmas. A város közelében a paleozóikum kb. 100 m mélységű teraszt alkot, a pannóniai fedőképződményekből sem nyerhető víz. A geofizikai előkutatás K-re, Horvátzsidány irányában jelzett kedvezőbb viszonyokat. Az itt mért részletes geofizikai szelvény (23. ábra) a paleozóikum lépcsős vetősor menti mélybesüly-



24. ábra. A medencealjzat elhelyezkedése Szentendre környékén  
1 medencealjzat; 2 fúrás; 3 javasolt vízfúrás; 4 mágneses ható

Fig. 24 The position of the basin-floor around Szentendre  
1 basin floor; 2 borehole; 3 water-drilling suggested; 4 magnetic body

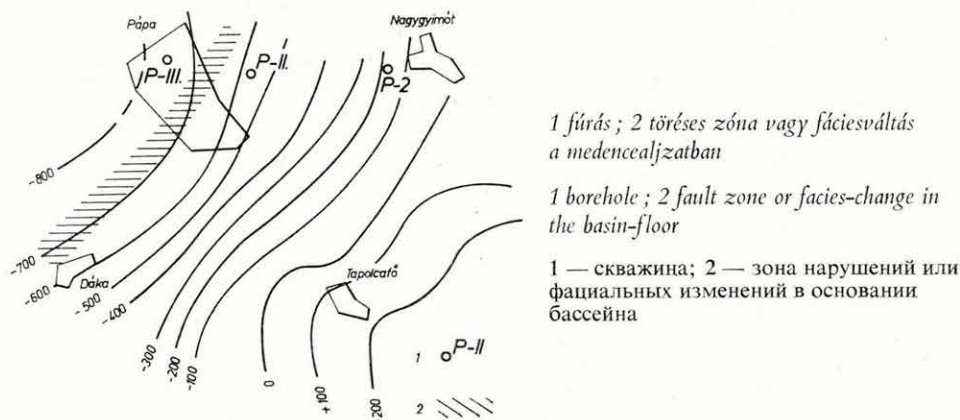
Рис. 24. Расположение основания бассейна в районе г. Сентендре  
1 — основание бассейна; 2 — скважина; 3 — рекомендуемая скважина; 4 — магнитные массы

lyedését jelezte és egyúttal a paleozóikumon belüli töréses zónát ( $V_h=3800\text{ m/s}$ ) mutatott ki. A fúrást (F) a törés közelében a levetett szárnyra javasoltuk, ahol a paleozóikum mélységét 610 m-ben határoztuk meg ( $\pm 15\%$ ). Ivóvíz a fedő rétegek legmélyebb szintjében várható. Mivel a törésvonal mentén a medencealjzat geofizikai paraméterei változnak, a levetett szárnyon karbonátos paleozóikum sem kizárt, esetleg felszálló melegvízzel.

Szentendre környékén a geofizikai mérések a mezozóos aljzatban tektonikai árkot mutattak ki (24. ábra). A triász medencealjzat több vető mentén lépcsősen süllyed a mélybe. A vetők mentén jelentős andezit vulkánosság volt, amelynek csak egy része érte el a felszínt. A papszigeti üdülőtelep melegvízellátására tervezett hévízfúrás telepítésének legnagyobb problémája az volt, hogy ne harántoljon lávás kifejlődésű vastag andezitet, de mégis törésvonalra kerüljön, mivel hévíz valószínűsége ilyen helyeken a legnagyobb. Fúrásra az A és B jelű töréses zónát javasoltuk. A feltüntetett variációk (F—I, II) kockázata nem egyforma. Az illetékes vízügyi szervek az F—II javaslatot fogadták el.

Nem egyszer problémát okoz a geofizikai mélyvízkutatás költségelőirányzata (elő kalkulációja). Ennek megkönnyítésére — az elmúlt évben először — előzetes tájékoztató méréseket (gravitációs méréseket és egy-két geoelektromos szondázást) végeztünk. Ilyen mérések mindössze 1—2 napot igényelnek, és a költségtervezés mellett arra is alkalmasak, hogy a fúrás elvi lehetőségeit és a durva fúrási költségeket tisztázzák.

Pápa körzetében például a P-III fúrás meddő lett, holott a többi fúrás vízádnak bizonyult. A 25. ábrán látható gravitációs mélységterkép közelítően megadja a karsztvízáadó kréta mészkő mélybesüllyedését Tapolcafő és Pápa között. Egyúttal felhívja a figyelmet



25. ábra. A nagysűrűségű (mezozóos) medencealjzat domborzata Tapolcafő és Pápa között

Fig. 25 The morphology of the high-density (Mesozoic) basin-floor between Tapolcafő and Pápa

Рис. 25. Рельеф (мезозойского) основания бассейна, характеризующегося высокими величинами плотности между г. г. Тапольцё и Папа



a kréta medencealjzatban lévő törésvonalra(vagy fáciesváltozásra), amelytől Ny-ra a mezozoikumot már vastag márgaösszlet képviseli.

Az 1968. évi Jelentésben (63. oldal) említettük, hogy vízfúrások telepítésénél a *geofizikai kutatás hatékonysága* csak statisztikusan, sok év átlagában értékelhető. Az első ilyen munkát 1967-ben végeztük; az azóta mélyített fúrások száma még csekély a végleges ítélekezéshez. Tájékoztatásul azonban közlünk néhány adatot.

Az eddig mélyített vízkutató fúrásokban a medencealjzat várható mélységét átlagban  $\pm 9\%$  pontossággal adtuk meg.

A váci püspöki palota kertjében mélyített fúrásból 2500 l/perc hozamú,  $29\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletű; az újpesti Tungsram fürdő területén mélyített fúrásból 1400 l/perc hozamú,  $23\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletű; a Balaton D-i partján, Balatonmárfafürdón mélyített fúrásból 420 l/perc hozamú,  $32\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletű vizet nyertek. A Törökbálint határában mélyített fúrás vízhozamát most vizsgálják; előzetes tájékoztatás szerint a kút 860 l/perc hozamú és  $24\text{ }^{\circ}\text{C}$  hőmérsékletű vizet ad.

### *Geofizikai kutatás vízművek telepítéséhez*

Szombathely és a környező települések vízellátásának biztosítását a Rába kavicsteraszára telepített nagykapacitású vízművel tervezik. A vízmű optimális helyének meghatározására, az OVH és a Vas-megyei Víz- és Csatornamű Vállalat megbízásából 1968 őszén kezdtünk kutatást (Évi Jelentés, 1968; 63. old.).

Az ilyen kutatás akkor a legeredményesebb, ha a geofizikai és hidrológiai-fúrások kutatás szoros összhangban történik. A geofizikai mérések két ütemben alkalmazhatók:

A *felderítő kutatás* során a folyóvölgyet többnyire ritka (500—1000 m-es) hálózatu geoelektromos szondázással vizsgáljuk. A kutatásnak arra kell feleletet adnia, hogy hol helyezkednek el nagykiterjedésű, víztároló kavics-durvahomok rétegek (a Rába terasz-képződményei); fajlagos ellenállásuk szerint melyek a kedvező előfordulások; a felszínközeli víztárolónak van-e felül védőrétege; milyen vízutánpótlásra számíthatunk. A geofizikai mérések kiválasztotta kedvező területekre próbakutakat telepítenek. A fúrások a víztárolórétegek szerkezetéről, a tárolt víz kémiai összetételéről és a várható vízhozamról adnak felvilágosítást.

A *részletes kutatás* fázisában a fúrások után is kedvezőnek ítélt területek sűrű (50—250 m-es) hálózatos geofizikai felmérésére kerül sor. A részletező méréseket leggyakrabban szeizmikus refrakciós módszerrel és geoelektromos szondázással végzik. A részletes kutatás szolgáltatja a tervezés alapadatait. Térképek formájában megadja a víztároló terasz-képződmények horizontális és vertikális kiterjedését, fajlagos ellenállás szerint minősítve; ezen belül kijelöli a legkedvezőbb zónákat, amelyekre a kutak ill. kútsorok telepíthetők; részletes felvilágosítást ad a külső szennyeződéstől védő fedőképződmények vastagságáról, stb.



A Rába-terasz felderítő kutatását 1968 őszén elvégeztük (Évi Jelentés, 1968. 63. oldal). Az ellenőrző fúrások a sótonyi területet (a Rába és a Kemeneshát közötti részt) jelezték a legkedvezőbbnek. Az 1969. évben e terület részletes geofizikai kutatását is befejeztük (26. ábra).

A kimutatott víztároló szerkezet egy felsőpannóniai süllyedék peremén helyezkedik el, vízutánpótlását a felduzzasztott Rába-völgyből kapja. A felszínközeli víztárolót átlagosan 2—3 m vastag összefüggő, impermeábilis réteg védi a külső szennyeződéstől.

A 26. ábrán megadott térkép a kavics- és homokösszlet vastagságát, a vízutánpótlás irányát, valamint a durvaszemcsés víztároló kiterjedését szemlélteti. A Rába vonalában szerkezeti vonal húzódik, ettől Ny-ra a felszínközeli összlet elagyagosodik és egy mélyebb pannóniai víztároló kezdődik (BB' szelvény).

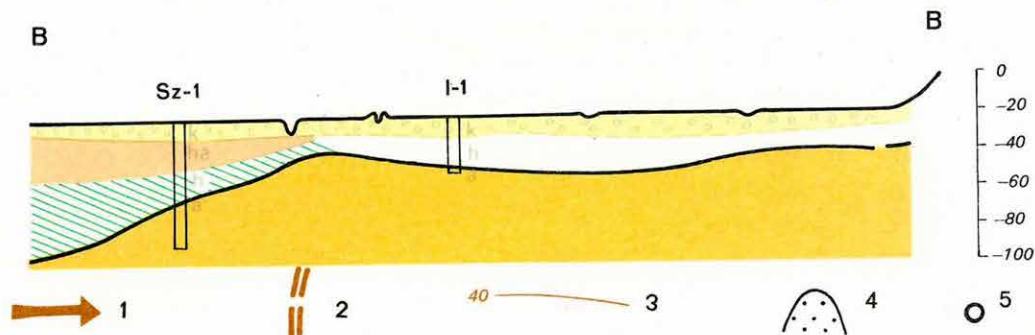
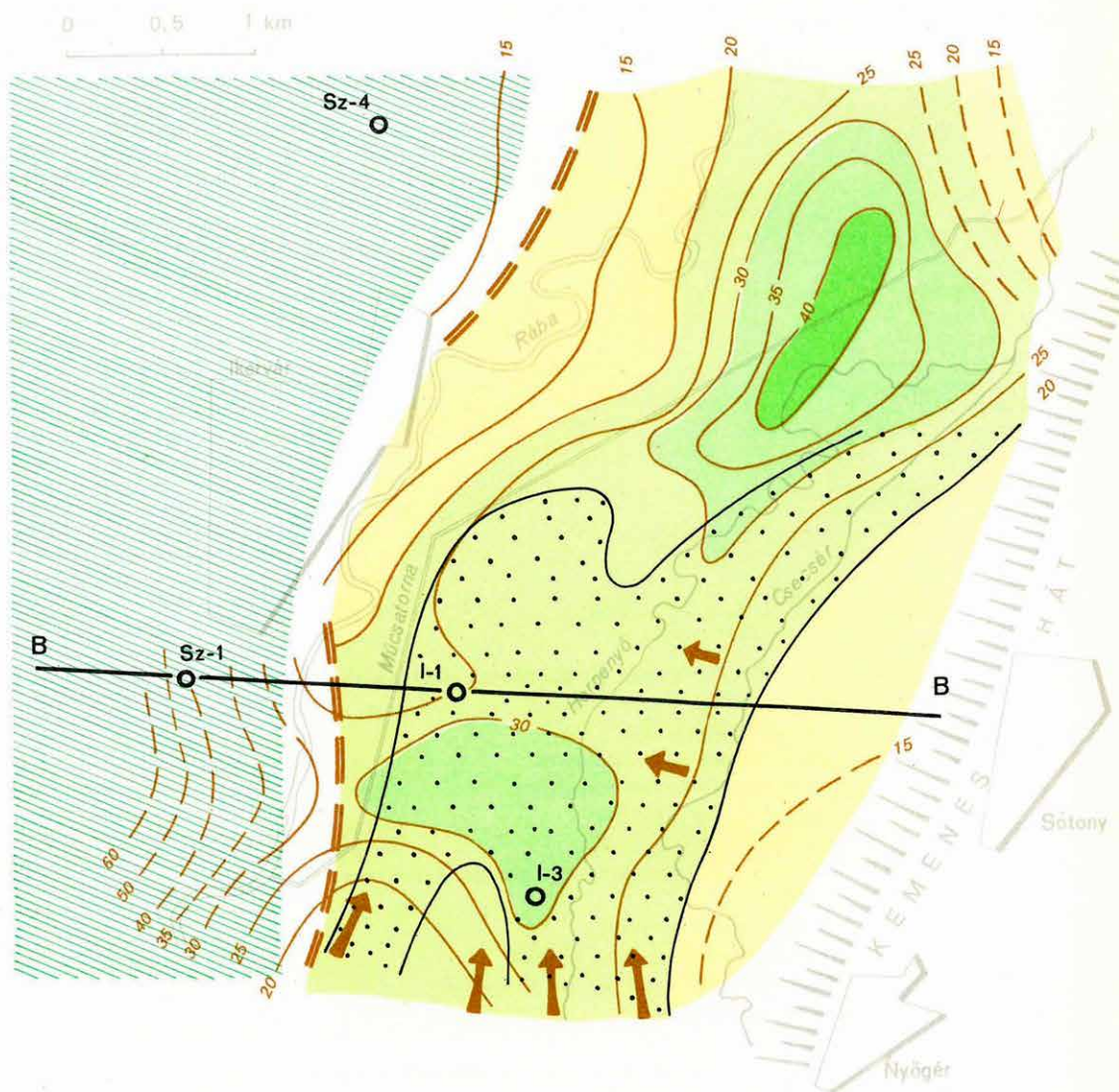
A Rába-teraszról nyerhető vízmennyiség tekintélyes (15—20 ezer m<sup>3</sup>/nap), nagyobb távlatban azonban nem elegendő. A további lehetőségek tisztázására Perint területén, Vép—Ikervár vonalában és Felsőcsatár környékén pannóniai víztárolókat kerestünk. A mérések biztatóak, de még nem lezártak. A végleges eredményt az 1970. Évi Jelentésben ismertetjük.

### *Építőipari nyersanyagkutatás*

A kőbányák ún. haszonkőkészletének meghatározására az elmúlt években egyre gyakrabban alkalmaztunk geofizikai kutatást, amelynek a legfőbb előnye: gyorsasága és nagy horizontális felbontóképessége. A bazalt-, andezit-, gránit- és agyagbányákban szerzett tapasztalatokat már ismertettük (Évi Jelentés, 1968; 64—68. oldal). A következőkben a *geoelektromos mérések mészkőbányai alkalmazásával* foglalkozunk. Mészkőbányákban főként két feladatot célszerű geofizikai (geoelektromos) kutatással megoldani. Az egyik a meddő fedőképződmények vastagságának meghatározása, a másik pedig a haszonkővet határoló (rendszerint meddővel kitöltött) törésvonalak kimutatása.

Példaképpen a Cement- és Mészművek dorogi mészkőbányájában végzett munkát említjük.

A fedővastagság-térkép (27. ábra) egyértelműen jelzi, hogy a bánya fejlesztését, terjeszkedési lehetőségeit a tektonikai viszonyok szabják meg. A sasbércszerűen kiemelkedő dachsteini mészkőrögön igen kedvező fedőviszonyokat találtunk. A meggondolatlanul telepített néhány meddőhányón kívül más, említésre méltó meddőtömeget nem találtunk. Amennyiben a minőségvizsgáló magfúrások a mészkövet megfelelően jelzik, a mellékelt térkép segítségével kijelölhetők a gazdaságos bányaművelés határai, valamint azok a területek, amelyeken a későbbi művelés akadályozása nélkül alakíthatók ki meddőhányók.



26. ábra A felszinközeli víztároló képződmények elhelyezkedése Sótöny-Ikervár környékén

- 1 a vízutánpótlás iránya;
- 2 a felszinközeli víztároló határa;
- 3 a vízáadó képződmény vastagsága;
- 4 durvaszemcsés víztároló;
- 5 ellenőrző fúrás

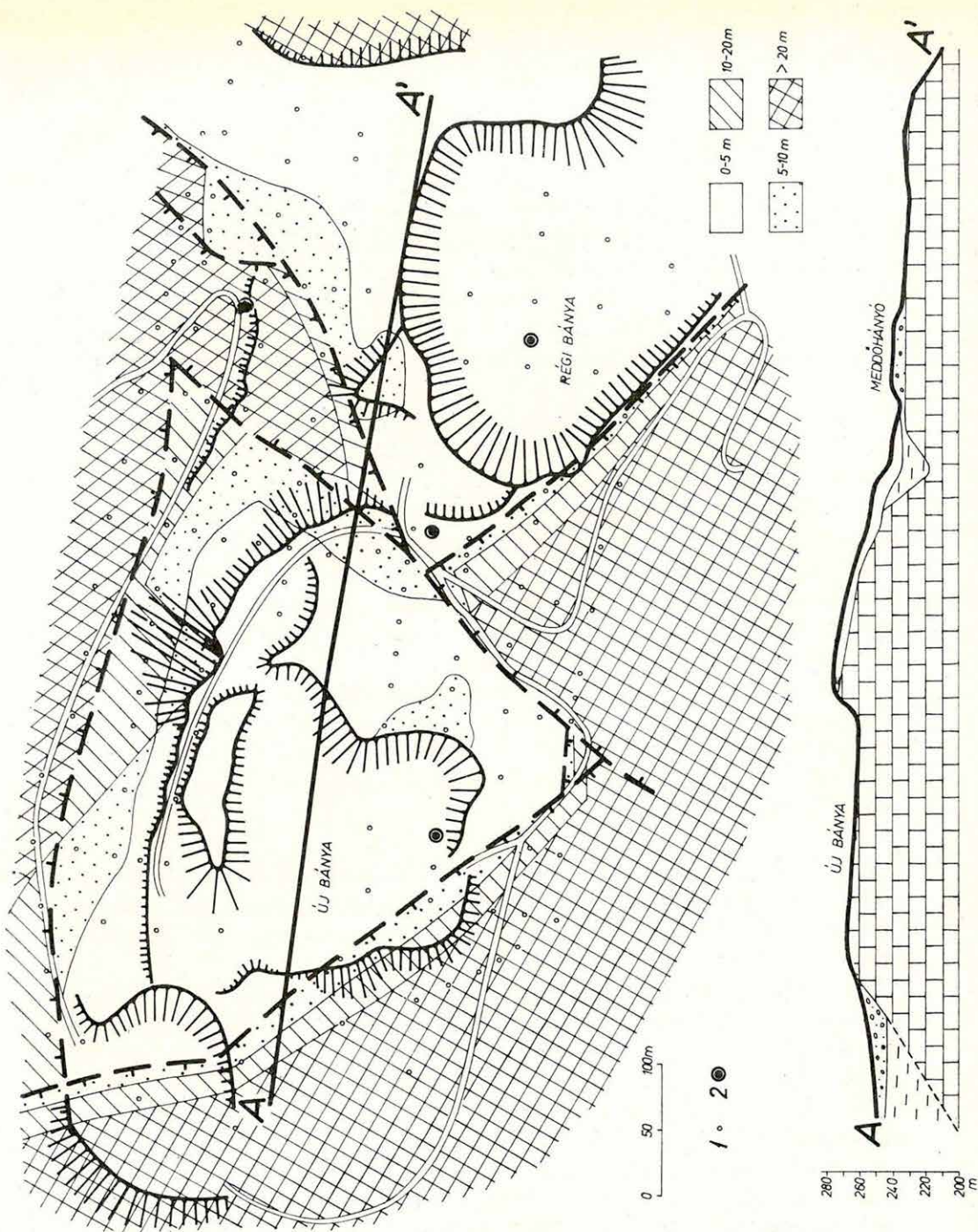
Fig. 26 The pattern of nearsurface water-bearing formations around Sótöny-Ikervár

- 1 direction of water supply;
- 2 borders of the nearsurface aquifer;
- 3 thickness of the water-yielding formation;
- 4 coarse-grain aquifer;
- test borehole

Рис. 26. Расположение приповерхностных водоносных отложений в районе с.с. Шотонь-Икervар

- 1 - направление притока воды;
- 2 - границы приповерхностного водоема;
- 3 - мощность водоносных отложений;
- 4 - грубо-зернистые водоносные отложения;
- 5 - контрольные скважины





27. ábra. Meddővastagság a dorogi mészkőbányában a geoelektromos mérések szerint  
1 geoelektromos szondázás; 2 ellenőrző fúrás

Fig. 27 Waste-thickness in the limestone-quarry at Dorog, according to the geoelectric survey  
1 geoelectric sounding; 2 test borehole

Рис. 27. Мощность пустых пород в Дорогском месторождении известняков по данным электро-разведки  
1 — пункты ВЭЗ; 2 — контрольные скважины

Az 1969. évben folytatódott a MÁFI mérnökföldtani munkásságával összehangolt alföldi és balatonparti mérnökgeofizikai térképezés; a Műszaki Egyetem Ásvány- és Földtani Tanszékével együttműködve pedig Eger városban végeztünk néhány ilyen vizsgálatot.

Az Alföldön az L—34 —17 —C és D 1:50 000 méretarányú térképlapon végeztünk mérnökgeofizikai térképezést, az évek óta kialakult metodikával. Ezt a kutatást 1969-ben befejeztük.

A Balaton partján a keszthelyi medencében, a tapolcai medencében és Balatonfűzfő környékén fejeztük be a térképező munkát. Példaképpen a balatonfűzfői területen nyert eredményeket ismertetjük (28. ábra).

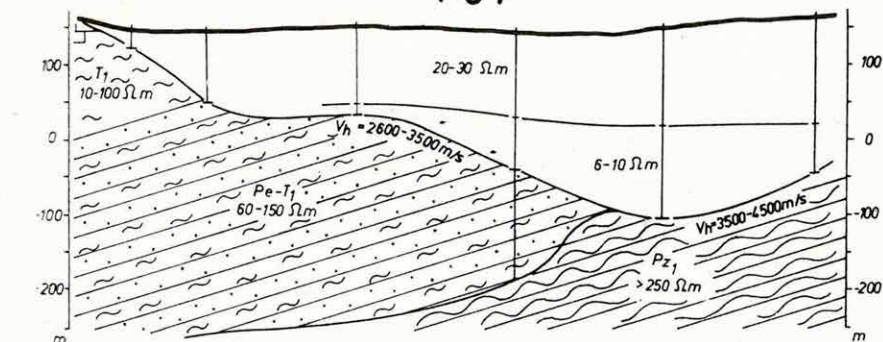
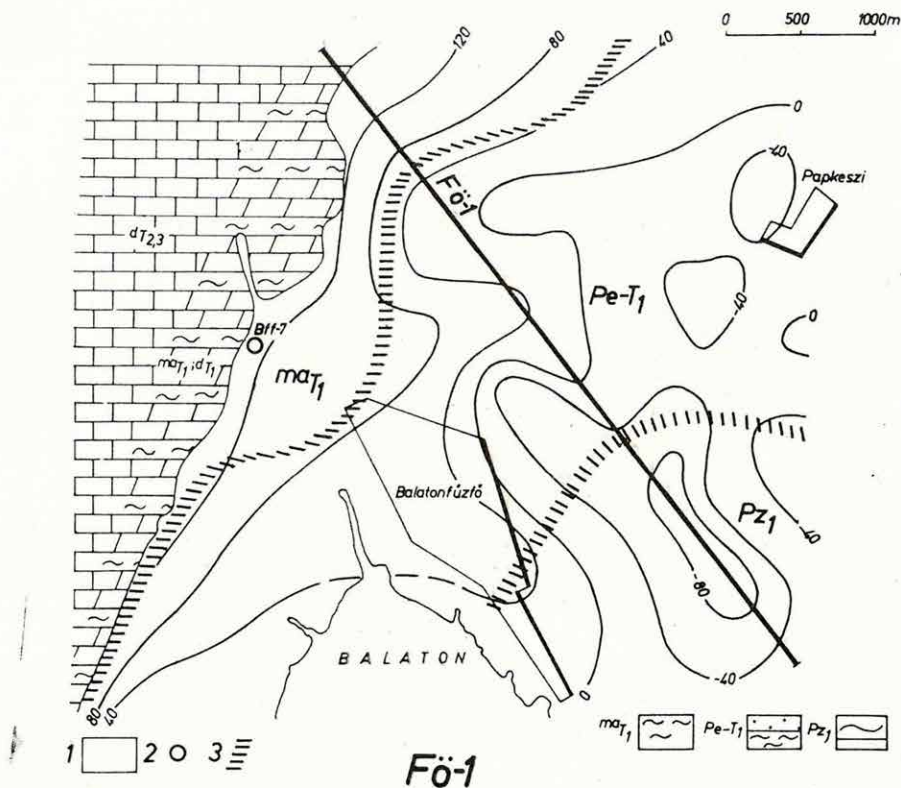
A terület ÉNy-i felén a mezozoós medencealjzat a felszínre búvik\*. A fedett részeken a geofizikai paraméterek a medencealjzat hármastagozódását mutatják. A kibúvással párhuzamosan az alsótriász uralkodóan márgából felépülő összlete ( $^{ma}T_1$ ), a középső részen permotriász homokkő összlet (Pe— $T_1$ ), DK-en ópaleozóikum tételezhető fel. Az aljzat domborzata egyenetlen, de jelentős, hirtelen szintkülönbségeket nem találunk rajta; mélysége —80 m-től +120 m-ig változik.

A medenceüledékösszlet (lásd a Fö—1 szelvényt) geoelektromosan két rétegre tagolható. Feltételezésünk szerint a 20—30 ohmm-es réteg homokosabb felsőpannóniai összlet, amelyhez esetleg az alsópannóniai homokosabb felső részeit is hozzásorolhatjuk. A 6—10 ohmm-es réteg az alsópannóniai alemeletbe tartozik, kifejlődése valószínűleg agyagos, márgás.

Eger városában, a tervezett É-i lakótelep helyén, a felszínközeli riolittufa-összlet tetejének domborzatát határoztuk meg szeizmikus és geoelektromos mérésekkel. A mérések egy helyen a riolittufa nagymértékű bontottságát állapították meg, amit egy későbbi ellenőrző fúrás igazolt.

Ugyancsak Egerben hosszabb vizsgálatsorozatot végeztünk *üregek geofizikai kutatására*. A geofizikai módszertani vizsgálatokkal egy sokat vitatott kérdésre kellett választ adnunk: mi a geofizikai mérések elméleti és gyakorlati lehetősége üregek jelzésére; pl. milyen mélységben, mekkora kiterjedésű üreg mutatható ki megbízhatóan? A munkáról részletes tanulmány készült, amely a gravitációs, geoelektromos, szeizmikus felszíni mérések, valamint a mélyfúrási elektromos, radiológiai és szeizmikus vizsgálatok eredményeit kvantitatíve adja meg. Ennek lényege: *csak olyan üreg kimutatására van reális lehetőség, amelynek mérete és mélysége azonos nagyságrendű*. Másodlagos indikációk (talajvízdepresszióváltozás, az üreg feletti töredezett, lazult zónák, stb.) kisebb méretű üregek kimutatását is lehetővé tehetik, de ilyenre általánosságban számítani nem lehet. A viszonylag legjobb eredményt két vagy három módszer egyidejű alkalmazása biztosítja.





28. ábra. A medencealjzat domborzata Balatonfűzfőnél  $maT_1$ ; alsó triász márga;  $Pe-T_1$ ; permotriász  $Pz_1$ : ópaleozoikum; 1 harmadidőszaki medencekitöltés; 2 fúrás; 3 közetváltás (fáciesváltás) az aljzatban

Fig. 28 The morphology of the basin-floor at Balatonfűzfő

$maT_1$  Lower Triassic marl;  $Pe-T_1$ : Permo-Triassic;  $Pz_1$ : Old Paleozoic; 1 Tertiary basin-fill; 2 borehole; 3 rock-change (facies-change) in the basin-floor

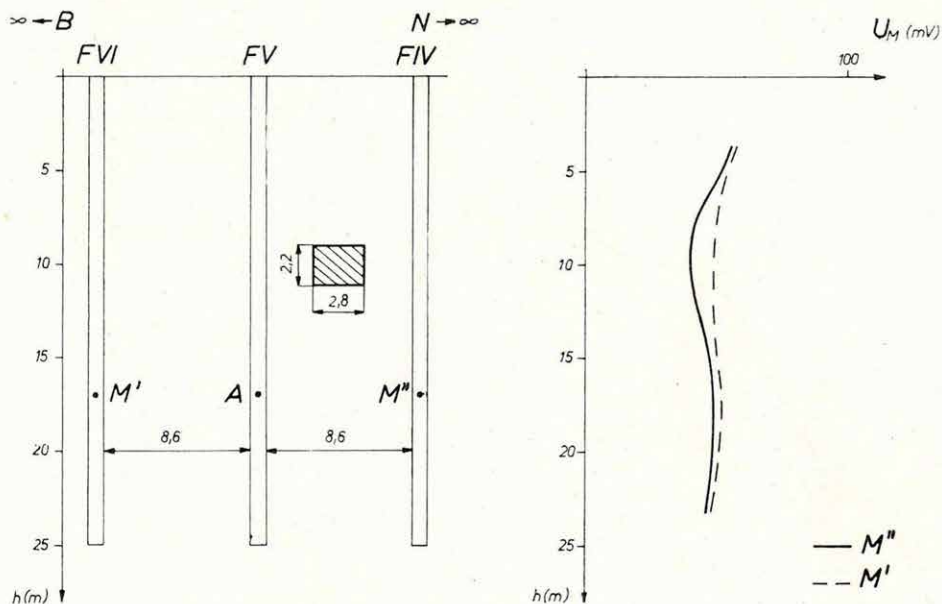
Рис. 28. Рельеф основания бассейна в районе Балатонфюзфё:

$maT_1$  — мергели нижнего триаса;  $Pe-T$  — пермотриасовые отложения;  $Pz$  — древнепалеозойские отложения;

1 — третичные отложения, заполняющие бассейн; 2 — скважины; 3 — смена горных пород (фаций) в основании бассейна



Megemlíthető a fúrások közötti geofizikai átvilágítás lehetősége. Erre a 29. ábrán mutatunk be egy geoelektromos példát. A fúrások között elhelyezkedő, folyósószerű üreg hatására a potenciálszelvény, az elméleti számításoknak megfelelően, minimumot mutat.



29. ábra. Fúrások közötti geoelektromos „átvilágítás”

Fig. 29 Geoelectric „X-raying” between boreholes

Рис. 29. Геоэлектрическое «просвечивание» пространства между скважинами

A korábbi évekhez hasonlóan, a beérkező igényektől függően 1969-ben is végeztünk rezgés- és nyomásméréseket. Ide tartoznak pl. a Berekfürdőn végzett mérések, amelyek egy gáztelep csővezetékeinek mechanikus rezgéseit és a vezetékekben végbemenő nyomásfolyamatokat mérték, ill. regisztrálták.

A rezgésmérést 20 Hz önfrekvenciájú, GF—9—B típusú lengyel szeizmométerrel végeztük. Regisztrálónk japán YOKOGAWA ultraibolya regisztráló volt, 1 KHz önfrekvenciájú galvanométerekkel. Mérőberendezésünk lehetővé tette, hogy a csővezetékek rezgéseinek amplitúdóját és frekvenciáját meghatározzuk.

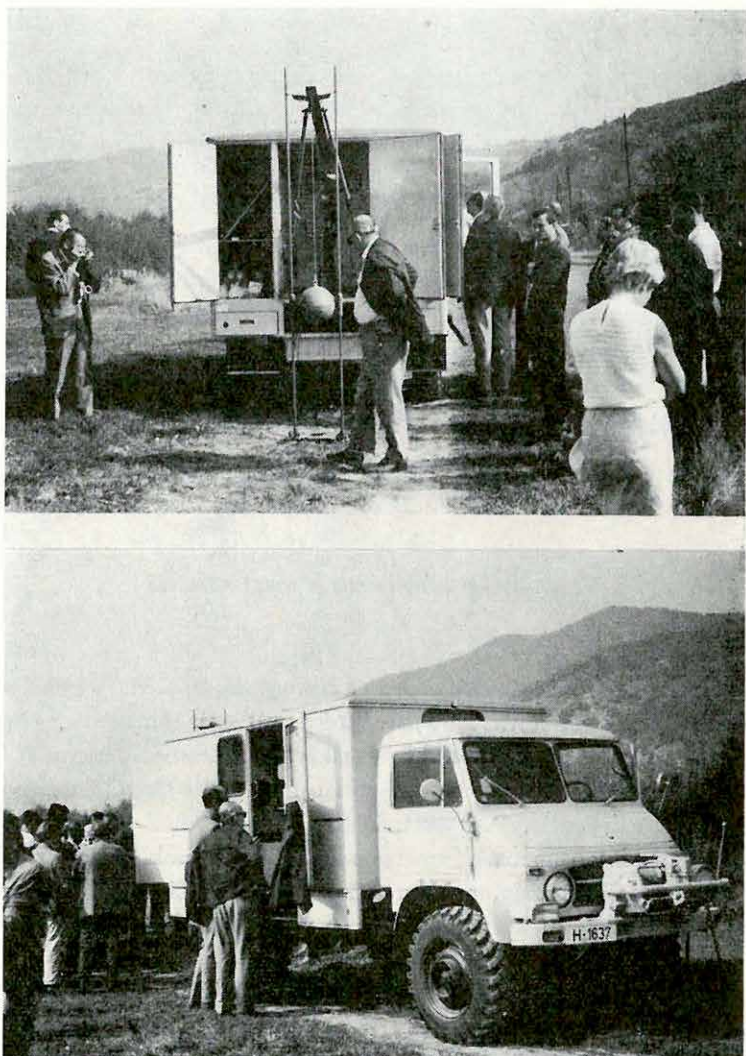
Nyomásmérést membrános nyomásmérő cellával végzünk. Berendezésünk egyaránt alkalmas statikus és nagyfrekvenciás dinamikus változások regisztrálására, így mind a gyors, mind pedig a lassú nyomásváltozásokat regisztrálni tudtuk.

### *Vízgeofizikai kongresszus és terepi bemutató*

Az UNESCO az *International Association of Hydrogeologists* (IAH) 1969. évi szakértői tanácskozását Budapesten tartotta. Az a tény, hogy a választás Budapestre esett, a magyar vízügy nemzetközi elismerését fejezte ki. A szakértői tanácskozás tárgya: A hidrológia és a geofizika kapcsolata a felszínalatti vízkutatásban. Magyar részről a terepi bemutatóval egybekötött tanácskozást a VITUKI, OVIKUF és az ELGI közösen rendezte. Az ülésen nyolc tanulmány hangzott el, amely az Egyesült Államok, Franciaország, Hollandia, Jugoszlávia, Magyarország, a Német Szövetségi Köztársaság, Olaszország és a Szovjetunió ezirányú eredményeit ismertette. A vitaülésen 18 állam 40 szakértője vett részt.

A kétnapos terepi műszerbemutatón az NSZK részéről a *Bundesanstalt für Bodenforschung* (Hannover) egyenáramú geoelektromos és ejtősúlyos, telemetrikus szeizmikus berendezését (30. ábra) a *Prakla gamma* és neutron-gamma karotázs berendezését, az *August Göttker Erben GmbH.* (Wathlingen) M 400 típusú fűrógépkocsiját; az USA részéről a *Wellreconnaissance IMC* (Dallas) hordozható radiológiai karotázs berendezését, valamint Magyarország részéről az *ELGI* automatikus, váltóáramú geoelektromos műszerét (31. ábra), mérőszeizmikus és nagyobb hatómélységű magnetofonos szeizmikus berendezését, valamint hordozható elektromos-radiológiai karotázs-műszerét mutatták be mérés közben.

A Visegrádon, a Szentendrei-szigeten és a Csákvár mellett tartott bemutatók közül a legutóbbi volt a legjelentősebb. Azt szemléltette, hogy a korszerű geofizikai-fúrásos kutatás mennyi idő alatt tár fel egy ismeretlen mélységben elhelyezkedő karsztvíztároló



30. ábra. A Bundesanstalt für Bodenforschung (Hannover) szeizmikus-geoelektromos kocsija az UNESCO hidrológiai műszerbemutatóján (automatikus szeizmikus rengéskeltő)

Fig. 30 The seismic-geoelectric truck of the Bundesanstalt für Bodenforschung (Hannover) in the hydrological instrument-demonstration of the UNESCO (automatic seismic pulse-generator)

Рис. 30. Сейсмо-электроразведочная аппаратура организации Bundesanstalt für Bodenforschung (Ганновер), представленная на выставке гидрологических приборов, организованной ЮНЕСКО (автоматический генератор упругих колебаний)





31. ábra. Az ELGI (Budapest) GE-50 típusú automatikus geoelektromos berendezése mérés közben az UNESCO hidrológiai műszerbemutatóján

Fig. 31 The automatic geoelectric equipment GE-50 of the ELGI (Budapest) in operation on the hydrological demonstration of the UNESCO

Рис. 31. Автоматическая электроразведочная аппаратура типа GE—50 Геофизического института (Будапешт) в процессе работы, на выставке гидрологических приборов, организованной ЮНЕСКО

kőzetet. A felszíni geofizikai kutatás összesen két órát igényelt. Különböző berendezések, egymástól függetlenül a triász dolomit medencealjzatot a következő mélységben határozták meg:

szeizmika (NSZK):	160 m
szeizmika (magyar):	154 m
geoelektromos (NSZK):	146 m
geoelektromos (magyar):	138 m

A német fúróberendezés 8 óra alatt 160 m-t fúrt. A fúrás 142 m-ben érte el a törmelékes, és 148 m-ben az üde dolomitot. A radiológiai vízkarotázs vizsgálatok további egy órát igényeltek.

- Jósa E. : Szombathely—Ikervár—Rábahídvég környékének vízföldtani viszonyai  
Jósa E. : Geofizikai szakvélemény a Mura-völgyben tervezett vízmű területéről  
Jósa E. : Geoelektromos mérések felszínközeli víztároló kimutatására Felsőcsatár környékén  
Jósa E. : Geofizikai szakvélemény a Cement- és Mész-kőművek Dorogi mész-kőbányájának készlet-számításához  
Jósa E. : Geofizikai szakvélemény a Szombathely—Perint területén végzett vízkutatásról  
Jósa E. : Mérnökgeofizikai térképezés Keszthely környékén  
Jósa E. : A tapolcai medencében végzett geoelektromos mérések  
Kakas K. : A Kőszegi környékén végzett vízgeofizikai mérések eredményei  
Kakas K. : Jelentés a Naszály—Lashegy környékén végzett geofizikai mérésekről  
Kakas K.—Szalai I. : Jelentés a bauxittároló töbrök Sümege—Csabpuszta környékén végzett kutatásáról  
Lányi J. : Beszámoló a Budatétény környékén vízföldtani céllal végzett geofizikai mérések eredményéről  
Mituch E. : Jelentés a Dombóvár környékén végzett vízgeofizikai kutatásról  
Nagy M. : Geofizikai szakvélemény vízfúrás telepítéséhez (Sárvár)  
Nagy M. : Előzetes vízföldtani szakvélemények (11 db)  
Nemesi L. : A Sikonda környékén végzett vízgeofizikai mérések eredménye  
Petrovics I. : Jelentés a Dabas környékén végzett vízföldtani geofizikai kutatásról  
Pollhammer Mné : Szakvélemény a Pápa—Tapolca környékén végzendő vízkutató fúrás előkészítő geofizikai méréseihez  
Rákóczi I. : Jelentés a Berekfürdőn végzett rezgés- és nyomásmérésekről  
Ráner G. : Jelentés a Szentendre környékén végzett geofizikai mérések eredményeiről  
Ráner G. : Jelentés az Eger város É-i részén végzett mérnökgeofizikai mérésekről  
Ráner G. : Jelentés az 1969. évi egri üregkutató mérésekről  
Ráner G. : Jelentés a vokányi reflexiós mérésekről  
Ráner G. : Jelentés az ellend-bátaszéki mélyedés területén végzett refrakciós mérésekről  
Ráner G. : Szakvélemény a hatvani hévízkutató fúrás előkészítő geofizikai méréseihez  
Simon A. : A Csákberény—Sóré környéki bauxit geofizikai mérések eredménye  
Simon A. : Jelentés a Balaton partvidékének mérnökgeofizikai térképezéséről (Balatonfüzfő)  
Szalai I. : Kísérleti bauxitgeofizikai mérések Bakonyoszló környékén  
Szalai I. : Jelentés az 1969. évi Ózd környéki vízgeofizikai kutatásról  
Verő Lné : Jelentés a tatai Fényes-források területén végzett vízföldtani geofizikai mérésekről  
Vincze M. : Szakvélemény a tahi hévízkutató fúrás előkészítő geofizikai méréseihez  
Zsille A. : Miskolc—Görömbölytapolca környékének gravitációs mélységtérképe

*Flathe, H.* : The geophysicist's role in teamwork for groundwater prospecting

*Gálfi, J.—Lakatos, S. —Szabadváry, L.—Szénás, G.* : The cooperative role of hidrogeology and geophysics in the Hungatian ground-water and subsurface water exploration

*Keys, W. S.* : The role of borehole geophysics in hydrogeology

*Mijatović, B.* : Methodes géoélectriques dans la solution des problèmes hydrogéologiques ayant trait à la recherche des eaux souterraines dans le Karst

*Munck, F.* : Quelques exemples d'applications géophysiques nouvelles dans la recherche d'eau douce en zone littorale française de la Méditerranée

*Ogilvy, A. A.* : Basic aspects relating to application of geophysical methods for hydrogeological investigations

*Vecchia, O.* : Hydrogeology and geophysics in ground water exploration in Italy

*Walter, F.* : Geoelectrical investigations in the Netherlands

★

A jelentések és IAH tanulmányok az ELGI Adattárában megtalálhatók.





Az ELGI 1969-ben is végzett olyan kutatásokat, amelyek nem részei egy nagyméretű saját komplex kutatási programnak, hanem vagy elszigetelt, egyedi (pl. hálózatbefejező) mérések, vagy pedig a kapcsolódó kutatásokat más intézmény végzi.

Ismeretes, hogy nyomtatott 200 000-es országos áttekintő *földmágneses* térképünk érdekesebb anomáliacsoportjait évről-évre *részletező* mérésekkel rendszeresen vizsgáljuk. Ezeket a méréseket vagy *földön* Fanselau-féle magnetométerrel ( $\Delta Z$ ,  $\Delta H$ ), vagy pedig *levegőben*, szovjet gyártmányú ferroszondás és hazai protonprecessziós magnetométerrel ( $\Delta T$ ) végezzük. A mérések célja általában, hogy az anomáliákat okozó *hatók* térbeli helyzetét meghatározzuk. Ennek a törekvésnek alapja, hogy az anomáliák önmagukban nem nyújtják mindazt az információt, amelyet a földmágneses módszertől várni lehetne. A sok éven át végzett mérések és elméleti megfontolások azonban arra vezettek, hogy a hatószámításoknak Magyarország területén — és valószínűleg az egész Kárpát-medencében — korlátozott lehetősége van. Ennek oka, hogy földmágneses hatóink több szintben elhelyezkedő, rétegtanilag is különböző generációjú mágneses testek, de még saját rétegtani környezetükre sem szignifikánsak, hiszen pl. a miocén vulkanizmusnak csak igen kis része mágneses. Ezért az ilyen tevékenységet a jövőben erősen csökkentjük és a részleteket már most sem közöljük.

A  $\Delta Z$  és  $\Delta H$  méréseket a *Jászságban* és a *Cserhát* hegységben, a  $\Delta T$  méréseket pedig a *Börzsöny* hegységben, a *Mátra* hegységben, valamint a *Nyírségben* végeztük.

Kiemeljük a *cserehádi méréseket*, mert ezek az ugyanott folyamatban lévő részletes földtani térképezéstegésztik ki. Ennek megfelelően itt most nem is közlünk részletesebb adatokat, hanem a MÁFI megfelelő térképsorozatában igyekszünk a mérés eredményeit közzétenni. Mindössze annyit bocsátunk előre, hogy egyértelműen mágnesesnek csupán a piroxénandezit bizonyult.

A  $\Delta T$  mérések közül a *börzsönyit* beépítettük a 13 fejezetbe, a *nyírségi* mérések térképét pedig a 11 fejezetben közöljük. Erről azonban néhány szóval érdemes megemlékezni,

\* Hoffer E., Kárpáti E., Komáromy I., Mészáros F., Morvai L. Nemesi L. Reményi Gy., Schönviszky L., Viola B.

mert lényeges módszertani eredményt adott. A többszintű mérésekből olyan indikációkat kaptunk, amelyeket csak összetett (egymás alatt elhelyezkedő) mágneses hatókkal tudunk magyarázni. Egy modell-kísérlet és elméleti számítások segítségével a mágneses hatók ilyen elhelyezkedése igazolódott és tulajdonképpen ez volt az egyik oka hatószámítási szemléletünk megváltozásának (a másik ok a remanens mágnesezettség uralkodó volta, amint a paleomágneses kutatások kimutatták), amelyben eddig főleg a lefelé végtelen mágneses testek „ideológiája” uralkodott. Ennek megfelelően igyekeztünk meghatározni legalább egyik mágneses szintnek az alsó határfelületét és meglehetősen biztonsággal állíthatjuk, hogy a miocén vulkanizmus mágneses részének az alsó határa a terület nagy részén 2500—3500 m mélységben van. Néha, mágneses és szeizmikus indikációk együttes értelmezésével, még a vulkanizmus központját is — úgy véljük — sikerült meghatározni.

A *hálózatkiegészítő* mérésekre példa a Duna-Tisza közén végzett *áttekintő graviméter-mérés*. Még mindig van néhány folt országunk területén, ahol csak igen ritka Eötvös-inga hálózat áll rendelkezésre. Ilyen területek a Jászság, a Nyírség és néhány kisebb területfolt a Duna-Tisza közén. Az egységes graviméteres adatrendszer érdekében, valamint *geodéziai* megfontolásokból 1969-ben a Duna-Tisza közén kezdtük el a hálózatkiegészítést. Kereken 3000 km<sup>2</sup>-t mértünk fel 1 áll/km<sup>2</sup> sűrűséggel (a *geodéziai gravimetria* témakörében egyébként szervezési, alapfogalomtisztázási, lyukkártyás adattárolási és kozmikus bemérési tevékenység történt).

Az *egyéb* típusú kutatásaink közül kettőt részletesebben ismertetünk. Az egyik a *DK Magyarországon (a békési medencében) végzett geoelektromos kutatás*, a másik pedig az *Állami Kutatási Alapból mélyített fúrások karotázsvizsgálata*.

A *békési medencében* 1969-ben mintegy 2000 km<sup>2</sup>-nyi területet mértünk fel, elsősorban tellurikus (TE) és dipol equatoriális (DE) mérésekkel. Ezenkívül kombinált DE és magnetotellurikus (MTP) méréseket végeztünk, valamint kísérletképpen alkalmaztuk az ún. elektromágneses térbeállítás (EMT) módszerét.

Feladatunk, amint máskor is, a  $\rho_{\infty}$  szint meghatározása és földtani értelmezése volt.

A terület földtani modelljét korábbi jelentéseinkben már összefoglaltuk; újabban nem jutottunk olyan adat birtokába, amely a modellt megváltoztatná.

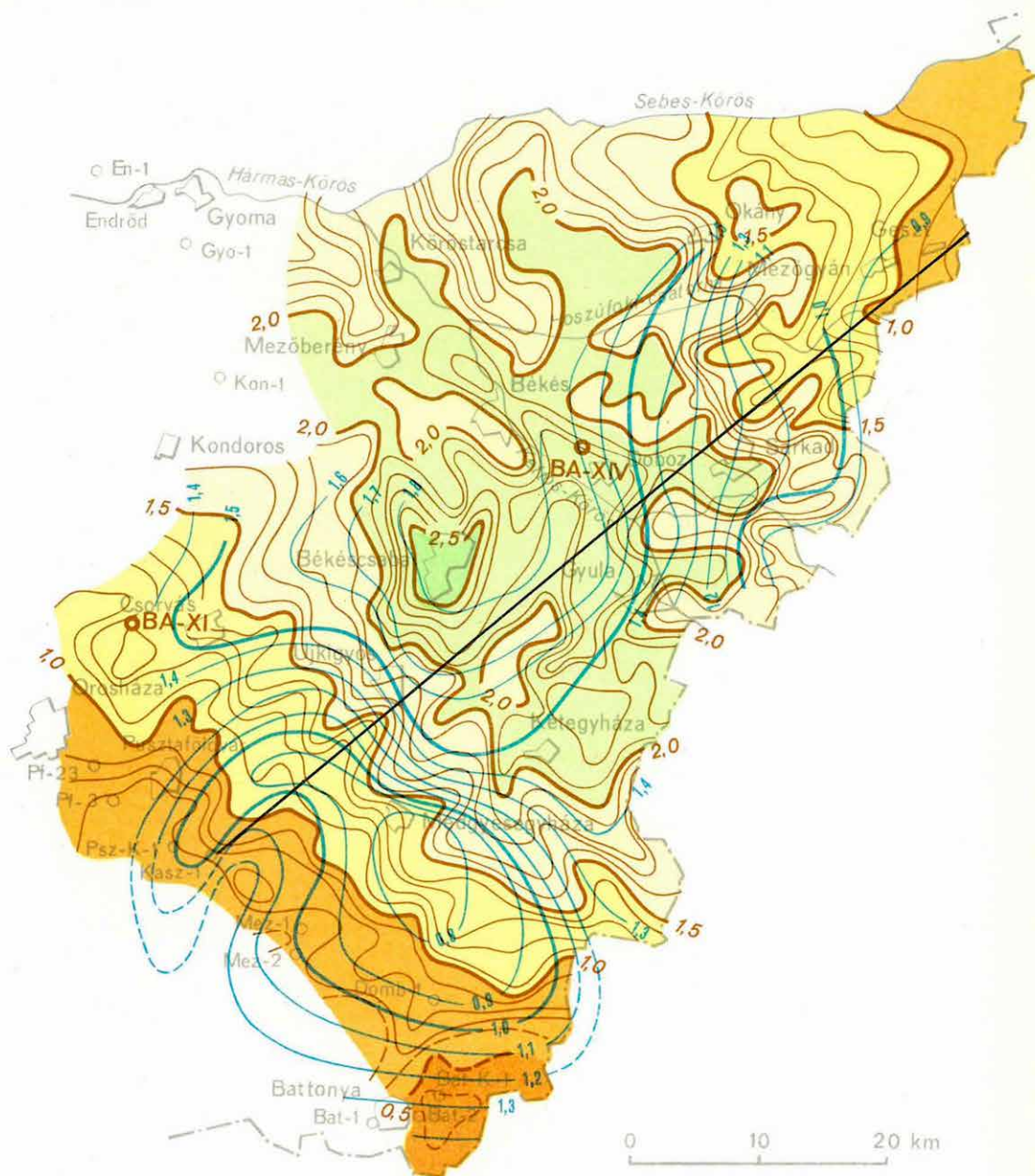
Méréseink eredményeit először módszerek szerint ismertetjük.

A *tellurikus mérés* eredménye az izoareatérkép (32 ábra; barna vonal). A jelenleg közölt izoareatérkép az 1968. évi tellurikus méréseknek azt a részét is tartalmazza, ahol 1969-ben DE szondázást végeztünk. Az egész izoareatérképre, de különösen K-i felére erős tagoltság jellemző.

A *DE szondázásokkal* elsősorban a medenceösszlet eredő fajlagos ellenállásának meghatározására törekedtünk. A szondázási pontokat az izoareatérkép segítségével úgy telepítettük, hogy a mérendő görbéket a szekezeti hatások minél kevésbé torzítsák.

1. Azokon a területeken, ahol a tellurikus areaértékek 1,3-nál kisebbek, általában tiszta *H* típusú görbéket kaptunk. A  $\rho_{\infty}$  ezeken a területeken közel van az *egységhez* és horizontális változása viszonylag csekély ( $\pm 30\%$ ).





32. ábra A békési medence izoarea és izoohm térképe  
Fig. 32 Isoarea- and isoohm-map of the Békés basin  
Рис. 32. Карта изоарал и изом Бекешского бассейна

2. Ahol az izoareaértékek 2-nél nagyobbak, a medencealjzat rendszerint igen mélyen van. Ilyen helyeken tiszta *A* típusú görbét mértünk. Békéscsaba környékén pl. még a 20 km AB távolságú szondázások sem érték el a  $\varrho_{\infty}$  szintet. Az MTP módszerrel meghatározott *S* értékének felhasználásával azonban értelmeztük ezeket a DE méréseket és meghatároztuk egy második vezérréteg fajlagos ellenállását. Ez főleg azért volt lényeges, hogy a következő típusba tartozó görbét értelmezhesük.

3. A közepes izoareaértékekkel jellemzett területeken *rejtett A* típusú görbét kaptunk, ezekből a  $\varrho_{\infty}$  értékeket a második vezérréteg fajlagos ellenállásának ismerete nélkül 30–40%-os hibával tudtuk volna meghatározni.

A békési medence geoelektromos modelljét a 33. ábra mutatja, de már itt is jelezzük hogy a  $\varrho_{\infty}$  szint mélyresüllyedt része aligha azonos a preausztiai medencealjzattal.

A DE szondázásokból szerkesztett izoohmtérképet az 32. ábrán kék felülnyomással ábrázoltuk. A térkép tartalmazza az 1968. Évi Jelentésben közölt izoohmtérkép területét is, mert az újabb (*A* típusú) értelmezés miatt a térkép jelentős része ártértelezésre szorult. Az izoohmtérképet röviden azzal jellemezhetjük, hogy a vezetőösszetel eredő fajlagos ellenállása a mély medencékben nagy, a peremi részekben pedig kisebb: kb. félakkora.

Az MTS, MTP és EMT mérések eredményeiről külön módszertani jelentésben számolunk majd be, de ezek a módszerek általában még nem érték el azt a kísérleti szintet, hogy eredményeiket értékelhetnénk.

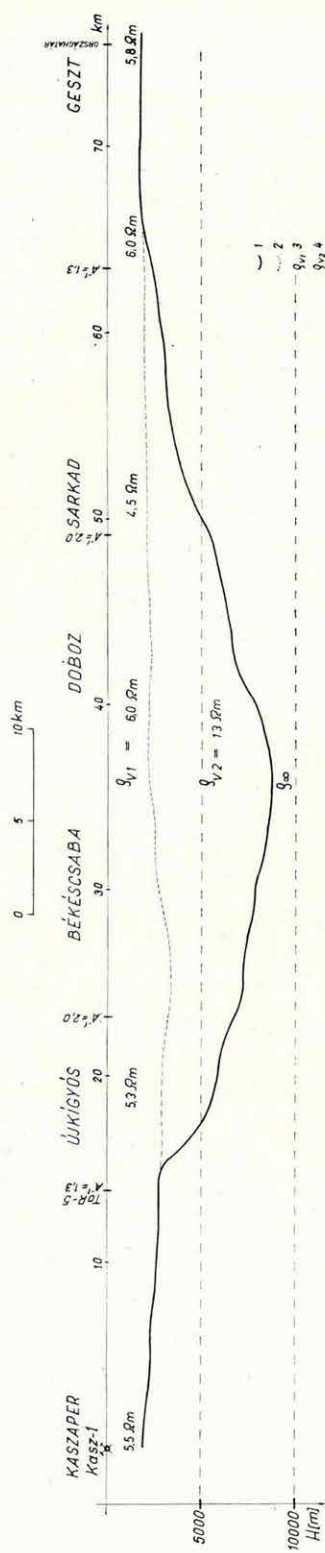
A  $\varrho_{\infty}$  szint mélységtérképét (34. ábra) a szokásos módon szerkesztettük. A térkép önmagáért beszél, de néhány lényeges elemét röviden összefoglaljuk. Közepén nagymélységű ( $H > 8000$  m), *ÉNy*—*DK*-i csapású, széles árok húzódik. *DNy*-i pereme a Pusztaföldvár—Battonya gerinc *ÉK*-i oldalán lévő Geszt—Mezőgyán kiemelkedés, amely Okány—Sarkad vonalában vetőkkel kapcsolatos. Már ez maga is új adat, de figyelmet érdemel néhány kisebb gerinc, amelyeknek szénhidrogénkutatósi jelentősége lehet (Geszt—Doboz—Sarkad környéke).

A  $\varrho_{\infty}$  szint földtani azonosítására csak a Pusztaföldvár—Battonya gerinc területén van lehetőségünk, ahol fúrásokból tudjuk, hogy a *preausztiai medencealjzattal* azonos. A medence középső részén mért rendkívüli nagy mélység jelenlegi földtani ismereteinkkel és elgondolásainkkal nem magyarázható. Alig képzelhető, hogy a *preausztiai medencealjzat* ilyen mélységben van, mert ez azt jelentené, hogy legközelebbi kibúvása (pl. az 50 km-re lévő Bihar hegység) *Mount Everest* méretű (részben eltakart) röghegységet alkot. A  $\varrho_{\infty}$  szint nyilván a *preausztiai aljzat* alatt halad. Ennek oka a kisellenállású mezozoós vagy paleozoós összetel lehet (hazai gyakorlatban ilyen modellel csereháti kutatásainknál találkoztunk, de jóval kisebb mélységben).

Kutatási területünk *É*-i részén, ahol csak méréseket végeztünk, az izoareatérkép (32 ábra) — a felsoroltakon kívül — néhány indikációra hívja fel a figyelmet. Ilyen pl. a Mezőgyán, Geszt és a Sebeskörös közötti maximumterület, a Gyoma és Mezőberény között húzódó, valamint a Köröstarcsától *K*-re lévő maximum.

A következő években a geoelektromos komplexust elsősorban ezeken a területeken érdemes fejleszteni. A  $\varrho_{\infty}$  szint mélységtérképének ellenőrzése már szeizmikus feladat, amelyet nem az ELGI végez.

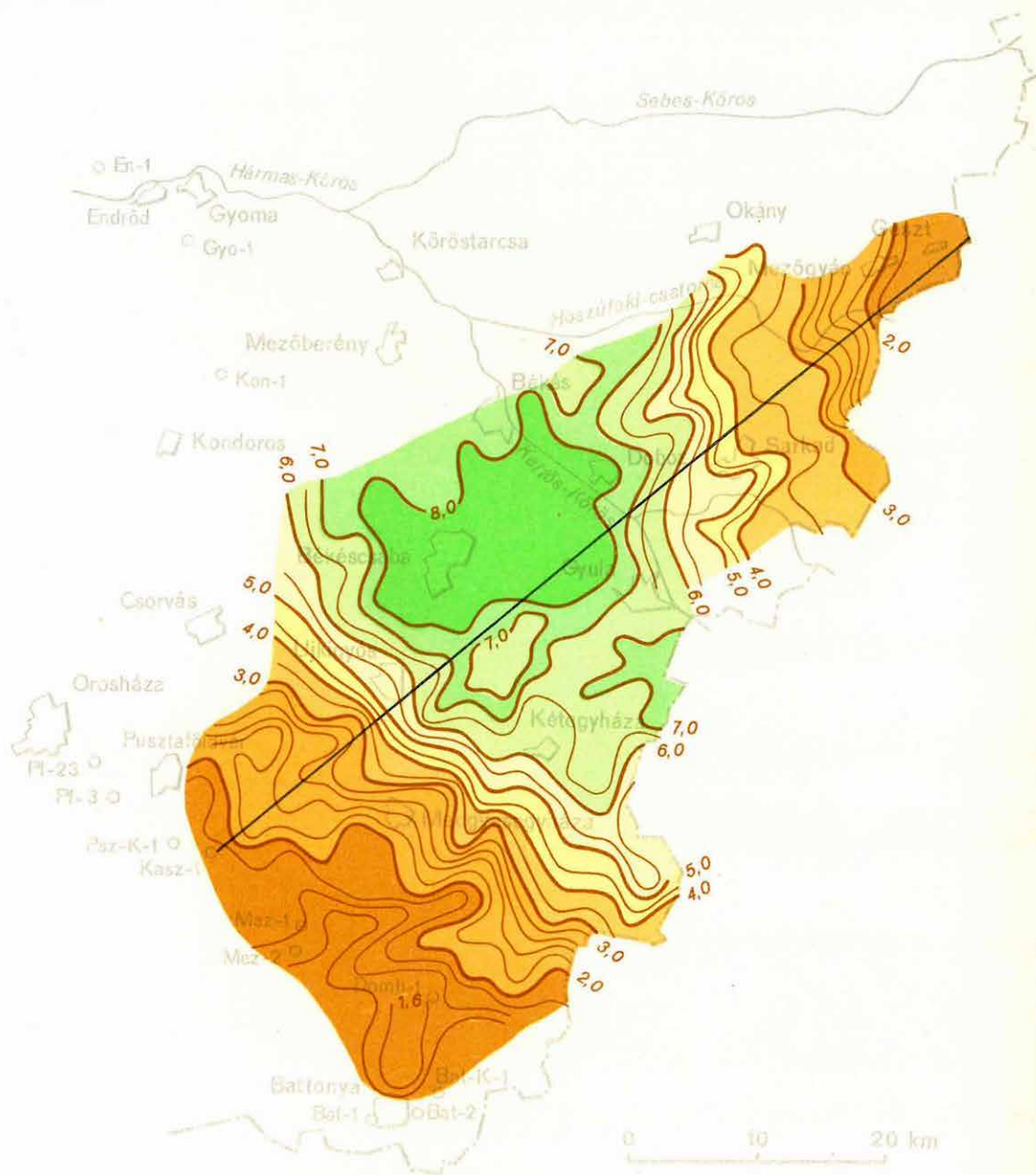




33. ábra. A békési medence geoelektromos modellje

Fig. 33 The geoelectric model of the Békés basin

Рис. 33. Геоэлектрическая модель строения Бекешского бассейна



34. ábra A  $\rho_{\infty}$  szint mélységtérképe a 33. ábra szelvényének nyomvonalával  
Fig. 34 Depth map of the  $\rho_{\infty}$ -horizon, with the survey line of Fig. 33  
Рис. 34. Карта глубины залегания горизонта  $\rho_{\infty}$  с профилями, указанными на рис. 33.

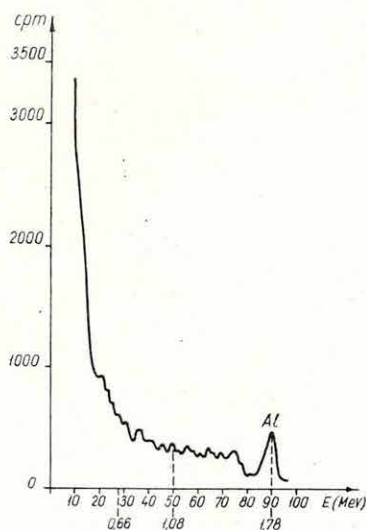


A másik kutatás, amelyet kissé részletesebben ismertettünk, a *perspektivikus fúrások karotázsvizsgálata*. Ez a kutatás — amint a múltban is — egyúttal módszertani kutatás, ezenkívül mélyfúrási geofizikai műszerfejlesztésünk számára terepi bázisul szolgál.

A terepi tevékenység főleg a Mátra hegységre; valamint a Dunántúli Középhegységre koncentrált. A Mátra hegységben újraértékeltek az eddigi fúrásokat; munkánkat elsősorban az azonos fáciesű képződmények, valamint az érces zónák korrelációja vezérelte. A Dunántúli Középhegységben nem mértünk olyan fúrásban, amelyik ásványi nyersanyagot harántolt; feladatunk ezért a lithológiai tagolásra, a maghiányos szakaszok értelmezésére, valamint műszaki feladatok megoldására korlátozódott.

Módszertani kutatásaink többek között a szelektív gamma-gamma módszerek körében mozogtak. A metodika a korábbtól főleg abban különbözött, hogy szcintillációs detektálást alkalmaztunk. Ezzel a szonda hosszúságát akartuk rövidíteni, hogy a sűrűséghatást csökkentsük és mérőrendszerünket nehéz elemekre érzékenyebbé tegyük. Célunk volt azonban az energiaszelektív mérés is, mert ennek bevezetésétől azt várjuk, hogy elemeket tudjunk elkülöníteni.

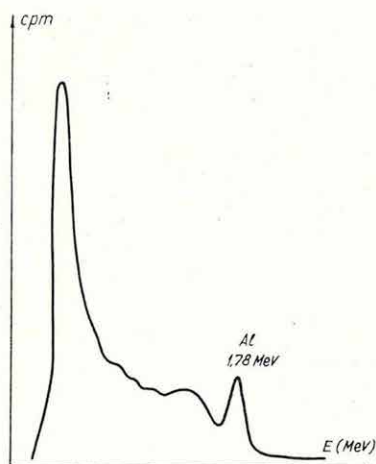
Szulfidos ércek kimutatására, valamint bauxit-kutatófúrásokban, neutronaktivációs analízist alkalmaztunk. Célunk az aktiválással gerjesztett Al és Cu izotópok kimutatása volt. Azt tapasztaltuk, hogy az alumínium Compton-csúcsa elnyomja a réz Compton-csúcsát. Szulfidos érc kutatásában ez hátrány, bauxitkutatásban azonban előny (35., 36. ábra). Tény, hogy Magyarországon ez volt az első energiaszelektív mérés fúrólukban.



35. ábra. Szulfidos érc aktiválási görbéje

Fig. 35 Activation curve of a sulphidic ore

Рис. 35. Кривая активации сульфидных руд



36. ábra. Bauxit aktiválási görbéje

Fig. 36 Activation curve of bauxite

Рис. 36. Кривая активации бокситов

A kétparaméteres neutronszelektív szondával 1969-ben már rutinszerű szelvényezést folytattunk különféle (vízkutató, ércutató, stb.) fúrásokban. Az 1969. évi munka fő célja egyrészt a neutron-neutron szonda felbontóképességének vizsgálata, másrészt porozitásmeghatározás volt. Az utóbbinál felhasználtuk a modell-telepen mért hitelesítő görbét. Megállapítottuk, hogy a neutron-neutron szelvényezés felbontóképessége nagyobb, mint a neutron-gamma szelvényezésé. Egy szintváltóval és amplitúdónagyítóval ellátott új felszíni egység lényegesen növelte a neutron-szelvényezés dinamikáját. A görbék ezáltal részletesebben tanulmányozhattuk. A neutron-neutron görbék felbontóképessége a fúrólyuk átmérőjével kapcsolatos, mégpedig azért, mert nagyobb átmérőjű lyukban több a víz (H). Nyilvánvaló, hogy a vízzel telített porózus réteg is hasonlóan viselkedik. A korrekciós faktort irodalomból határoztuk meg. A termikus neutron-neutron görbéknél túlságosan nagy porozitást kaptunk. Az epitermikus görbékből számított értékek azonban összemérhetők az ellenállásgörbékből számított értékekkel. A Mátra hegységben repedezett zónák, agyagosodott zónák kimutatására a neutron-neutron szelvényezést sikerrel alkalmaztuk.

Felsorolt munkáink közben az ELGI-ben készült szcintillációs berendezések, valamint GM-csöves egy- és kétparaméteres szondák *terepi próbaméréseit* is elvégeztük.

Mindezekon kívül néhány *mérnökgeofizikai* vizsgálatot végeztünk Dorogon (mészkőkutatás), Eger mellett (üregkutatás) és a Ny-i Dunántúlon (vízkutatás).

## 2 MÓDSZER- ÉS MŰSZERKUTATÁSOK





A geofizikai kutatások gyakorlata világszerte bebizonyította, hogy a modern kutatási komplexus ( amelyet több fizikai paraméterre alapoznak) első fázisában ritkán nélkülözheti a gravitációs és mágneses paramétereket, már csak a költségesebb és nagyobb felbontóképességű módszerek (pl. szeizmika) orientálása végett sem.

A gravitációs és földmágneses módszer ma már rendszerint nem áll meg az egyszerű anomáliaszámításnál, hanem különféle másodlagos feldolgozásokkal igyekszik mérési adatait úgy értelmezni, hogy földtanilag a lehető legtöbb információt nyújtsák.

Az ilyen törekvések veszélye, hogy a feladatot formalisztikusan közelítik meg. A másodlagos feldolgozás könnyen elvont matematikai játékká fajulhat. Néhány példa: maradékanomáliaszámítás, ahol többfajta földtani konfiguráció okozhatja ugyanazt a maradékanomáliát; vagy mágneses hatószámítás indukált mágnesezettségű, lefelé végtelen, ferde testet feltételezve ott, ahol uralkodóan remanens mágnesezettségű, közel vízszintes, lencseszerű hatók (mágneses vulkáni testek) vannak, stb.

Hatószámítási *elméleti* vizsgálataink a formalisztikus irányzatot erősen bírálják és jelenleg főleg arra irányulnak, hogy a hatószámítások elvi korlátait felderítsék (Stomfai, 1971: A gravitációs és mágneses hatószámítás egyértelműségének analízise. *Geofizikai Közlemények*, XX. 1 — 4; *sajtó alatt*). Ezek az elméleti vizsgálatok a legkorszerűbb matematikai apparátusra alapoznak. Elektronikus számítógépünk teszi majd lehetővé, hogy a nem formalisztikus megoldást, vagy megoldás-kombinációt — ha van — kiválaszthassuk.

Az ebben a témakörben folytatott *gyakorlati* kutatásaink 1969-ben a problémát a következő oldalakról közelítették meg.

A *légimágneses* mérések  $\Delta T$  anomáliáinak fölfelélélytatására számítógépi program készült és ezt elméleti modelleken kipróbáltuk. A kísérletek és a számítások azt mutatták, hogy  $H$  magasságnál elegendő egy  $20\text{ H} \times 20\text{ H}$  nagyságú területnégyzet adatait felhasználni,  $H$  méterenkénti ponteloszlással. Ha az anomália erre a magasságra történt

\*. Bender L.-né, Trenka S.-né, Sz. Pintér A.

felfeléfolymtatásnál nem nagyobb mint 200 gamma, maximálisan 5 gamma hibát kapunk, de még 2 H magasságnál sem nagyobb a hiba, mint 8—10 gamma. Ahol az anomália-változás gradiense nagy, nagyobb hibák várhatók.

Az eljárást a Nyírségben egy kb. 40 km x 38 km kiterjedésű területen próbáltuk ki, háromszintű — 50 m, 550 m és 1050 m magasságú — repüléssel. A szelvények távolsága 500 m volt; a mérési vonalakon vettük a mintákat, azért interpolációs hiba nincs. Különbösgtérképeket szerkesztettünk, amelyeknek átlaga nem zérus, hanem — a különböző magasságokra számított felfeléfolymtatásoknál -15 és -35 gamma között ingadozott. Az átlagtól való eltérés a mérési terület felén 15 gammánál nem nagyobb és csak a terület 1%-án éri el a 30 gammát. A szinteltérések okát egyelőre vitatjuk.

Ezen a kísérleti területen 6000 adatot vontunk be a számításba és 3300 magasabb szintre számított értéket kaptunk térképre rajzolva. Egy ilyen számítás gépideje, az eredmények lyukasztásával együtt, kb. 25 perc.

A  $\Delta T$  anomáliák második deriváltjait két programmal is igyekeztünk kiszámítani.

Az első változat egy négyzethálós beosztás minden sorát és oszlopát felhasználja. Ezzel a programmal csak olyan hatókról kaphatunk információt, amelyeknek a mélysége a kiolvasás ponttávolságával közelítőleg egyezik.

A második változat válogatva derivál, a sűrűn kiolvasott térkép minden  $k$ -adik pontját vonja be a számításba. Ezáltal különböző mélységű hatók nyomozhatók, anélkül, hogy az anomáliatérképet többféle ponttávolsággal újra és újra ki kellene olvasni.

A medenceüledékösszletben lévő mágneses hatótestek alakjának jobb megközelítése végett olyan programot is készítettünk, amely több, homogén mágnesezettségű, téglalakú ható együttes hatását számítja. Ezt a programot a fölfeléfolymtatással kapcsolatos modell-kísérlethez, az ellentett mágnesezett hatók összefolyó anomáliarajzán végzett hatószámítások ellenőrzésére, valamint a második derivált számításoknál modell-kísérletre használtuk fel.

A háromdimenziós *gravitációs* modell hatását két úton is meghatározhatjuk: derékszögű hasábfelosztással, ill. hengerszektoros beosztással.

A hengerszektoros hatószámításnál a számítóprogram különböző sugarú,  $d = 50$  m vastagságú hengergyűrű szektorok hatását előre kiszámította és tárolta. A hengergyűrűk sugarát az a feltétel szabta meg, hogy peremükre rácspon t ne essék. Ez a számítás gyors, pontos és két vagy többre teges gravitációs modellre is alkalmazható.

A számítást a nagylengyel i modellterületen sikerrel alkalmaztuk.

A gravitációs másodlagos feldolgozások általában lineáris transzformációk. Ilyen az ún. „szűrés” is. A többi eljárással szemben előnye, hogy a gravitációs térkép különféle „hullámainak” szétválasztása, elhanyagolása, ill. kiemelése meghatározott szempontok szerint lehetséges. A közismert Meskó-féle súlyfüggvény (Meskó, 1967: Gravity interpretation and information-theory II. Smoothing and computation of regionals. Annals Univ. Sc. Bud. R. E. Sectio Geol. Tom. X. 966.) alkalmas különböző frekvenciájú regionális anomáliák kiszűrésére. A többi anomália ebből képezhető.



Az említett függvényből levezetett, regionális anomáliát számító mátrixok sorozatából néhányat különböző földtani feladatokra alkalmaztunk.

A Hortobágyon a kisfrekvenciás hullámokat akartuk leválasztani. A számító mátrix méretei miatt az eredménytérkép területe jóval kisebb lett az eredetiénél, a maradék-anomáliatérkép pedig jól egyezik a korábban más úton számított maradéktérképpel, amelynél az információvesztés jóval kisebb.

Halimba környékén a szűrés célja a bauxittöbrökre jellemző nagyfrekvenciájú hullámok kiemelése volt. Az itt alkalmazott szűrők mátrixa kisebb volt, ennek megfelelően az információvesztés is kevesebb, viszont a szűréssel a hasonló frekvenciájú hibákat és egyéb zajokat is megtartottuk, sőt néhol kiemeltük.

Annak ellenére, hogy a szűrőformulákat már konkrét földtani feladatok megoldására alkalmaztuk, szükséges a szűrőformulák tulajdonságait modelleken ellenőrizni. Ehhez azonban előbb a háromdimenziós hatószámítás gépi programját kellett kidolgozni.

A különböző frekvenciájú hullámok és a határfrekvencia megállapítása szubjektív. Mind a halimbai, mind a hortobágyi adatokat felhasználva, számítógépes programot készítettünk Bouguer anomáliatérképek Fourier analíziséhez. A számítások továbbfejlesztéséhez a Fourier szintézist és az anomália periódikussá tételét kell elvégeznünk. Ilyen számítást egyelőre csak kézi úton és kizárólag szelvény mentén végeztünk.

Megadott paraméterű vetők  $\Delta g$  hatását számító programot is készítettünk. Ezt a programot néhány mérnökgeofizikai problémánál sikerrel alkalmaztuk. A görbeseregék ábrázolására azonban technikai okok miatt nem került sor.

A háromdimenziós gravitációs hatószámítás elméleti eredményeiről a *Geofizikai Közleményekben* számolunk be (Zilahi-Sebess, 1971: Háromdimenziós  $\Delta g$  hatás számítása. XX. 1—4. Sajtó alatt).

Közismert tény, hogy hazánk területe, egy meglehetősen mély felsőkréta-harmadidőszaki medence (a Kárpát-medence) része, és méreteitől eltekintve is, számos sajátos tulajdonsága van.

Módszertani kutatásunk és műszerfejlesztésünk többé-kevésbé tudatosan igyekezett ehhez a körülményhez alkalmazkodni. Geoelektromos műszer- és módszerkutatásban ez azt jelentette, hogy e módszerek szokásosabb sekély alkalmazása helyett a súlypont a mélykutatásra tolódott. Azok a kvalitatív, ill. kvantitatív eredmények, amelyeket a geoelektromos módszer a mély medencerészek kutatásában szolgáltat, többet nyújtanak mint az egyszerű gravitációs térképezés. Amíg a gravitációs módszer egyik legsúlyosabb elvi korlátja a Kárpát-medencében az aljzat-antikorrreláció, az elektromos módszereknél az ekvivalencia és a  $\rho_{\infty}$  árnyékoló rétegek korlátozzák a behatolást. A geoelektromos kutatás gazdasági előnye viszont, hogy sokkal kevesebb költséggel jár, mint a *szeizmikus*.

A mély geoelektromos kutatás a közelmúltban bizonyos problémákkal került szembe. Az egyik problémát a Nyírség vetette fel, amely a nálunk kialakult geoelektromos komplexus (TE—DE) számára áthatolhatatlannak bizonyult. A másik probléma lényege egy kutatáspolitikai szempont: egyre nagyobb súllyal kérnek szerepet a sekély- és középmedységű kutatási feladatok: a mongol felvidéken, a Dunántúli Középhegység öbleiben és másutt. Ennek megfelelően, effektív terepi tevékenységünk, műszerfejlesztésünk és módszertani kutatásunk a sekély- és középmedység régiókba „emelkedik”.

Mivel azonban mély medencék továbbra is maradnak és mivel a Szovjetúnióban számos új rendszerű (pl. tranziens) mérési eljárást dolgoztak ki mélyszerkezetkutatásra, módszerfejlesztési tevékenységünk — külföldi műszerezettségű háttérrel felhasználva — arra is irányul, hogy a magyar medence sajátos viszonyaihoz alkalmazzuk ezeket a módszereket.

Geoelektromos módszerfejlesztő tevékenységünk egy része nem ebben a fejezetben szerepel, hanem a *földtani kutatások* fejezetében van „elbújtatva”, mert módszertani csoportunk valamennyi adaptálási problémát képtelen volna megoldani. Néhány mód-

\* Erkel A. Körös I., Nagy M., Szabadváry L.



szert (potenciálkép, EMT, MTS, GP) terepi rutinmunka közben kell kipróbálnunk; ezeket a maguk helyén (Nyírség, Dunántúli Középhegység) megemlítjük.

Alkalmazott módszereinket, a hozzájuk tartozó műszertípusokat, és az egyes műszereket kifejlesztő ill. előállító hazai és külföldi intézményeket — táblázatosan — a *Földtani Kutatás* 1969 (XII. évf.) 3—4. számában közöltük (Erkel—Kovács).

Ebben a fejezetben csak azt az 1969-ben végzett tevékenységet ismertetjük, amely speciálisan és kizárólagosan fejlesztő tevékenység volt. A most következő két beszámoló azt a törekvést tükrözi, hogy a sekély- és középmélységű kutatásokat minél jobb műszerekkel lássuk el, valamint, hogy az automatizálás és számítógépes feldolgozás a geoelektromos kutatást is meghódítsa.

*Az automatikusan számoló univerzális váltóáramú műszerek fejlesztése* c. téma továbbvitelében két eredményről számolhatunk be. Az egyik a GE—60 típusú ellenállásmérő berendezés előállítása és terepi kipróbálása, a másik pedig a már korábban elkészült GE—50 típusú berendezésnél előállott problémák felderítése.

A GE—60 típusú berendezés a GE típusjelű műszercsalád alapelvének lényeges megváltoztatása nélkül a tápegység kimenő teljesítményének és a mérőerősítő érzékenységének növelésével jött létre. A nagyobb teljesítménynek megfelelően a vezérlőegységet is át kellett alakítani. A műszer belső telepei 25 mA maximális kimenő áramot biztosítanak, ez elkerülhetővé teszi a külső áramforrást. A mérőerősítő érzékenységének növelését pedig az tette lehetővé, hogy a szelektivitást fokozó speciális kapacitások növelésével, valamint az ellenállások csökkentésével, a zajszintet sikerült 0,5 mikrovolt alá csökkenteni. Tapasztalatunk van arra vonatkozólag, hogy integrált áramkörű erősítővel az erősítő saját zaja még csökkenthető.

A GE—50 típusú műszer problematikáját úgy foglalhatjuk össze, hogy ha az árambevezető elektródák távolsága a 400—600 m-t (a  $\rho$  függvényében) meghaladta, a mérési hiba ugrásszerűen növekedett. Az *elvezetés* jellegű hiba laboratóriumi körülmények között sohasem jelentkezett. A nem elvezetés jellegű műszeres hibák (pl. a helipotok nonlinearitása, stb.) kedvezőtlen halmozódása az elvezetésből származó hibát növelte.

A terepen és a laboratóriumban egyaránt folytatott vizsgálatok végülis arra utaltak, hogy az elvezetésből származó hiba az elektródák közötti talajellenállás eloszlásától és a kimenő feszültségtől függ. Kitűnt, hogy egyszerű szigetelő ellenállások helyett, párhuzamos RC impedanciákat kell alkalmazni. Az elvezetési impedanciák ugyanis az elektródák földelési ellenállásával híd-rendszert alkotnak. Ha ez a híd kiegyenlítetlen, akkor egyes pontjai között zajjellegű feszültségkülönbség jön létre. Számításaink szerint a szigetelési impedanciát legalább  $10^7$  ohm-ra kellett emelni. Ennek megfelelően viszont a bemenő transzformátor kapacitását 25 pF alá kellett csökkenteni. Egy új rendszerű árnyékolással (tekercselés), valamint nedvességtaszító szigeteléssel a bemenő transzformátor kapacitását 200 pF-ről 27 pF-ra csökkentettük és ezzel az elvezetési problémát — ilyen elektródátávolságnál — lényegesen enyhítettük.



Nem sikerült elérnünk ugyanezt az eredményt  $AB=800$  m elektródatávolságnál. A váltóáramú kutatás világszerte küzd ezzel a problémával, amely örvényáramok, skin-hatás, polarizáció és kapacitív hatások együtteséből fakad. Ezek ma korrigálandó torzulások, de megoldásuk esetleg új kutatási kritériumokat nyújthat.

A geoelektromos műszer- és módszerfejlesztési témacsoport másik fontos témája a *geoelektromos értelmezés fejlesztése*, amely lényegében a geoelektromos adatfeldolgozás és értelmezés gépesítésére, automatizálására törekszik.

A geoelektromos ellenállásmérés (VESZ) jelenleg kb. 70%-a az ELGI geoelektromos tevékenységének. Ezért ebben a témában főleg a VESZ görbék gépi feldolgozását tartjuk szem előtt. A kutatási eredményt azonban minden olyan geoelektromos eljárásnál hasznosítani akarjuk, amelynek eredménygörbéje a szondázáshoz hasonló. Ilyenek: a *magnetotellurikus és mesterséges frekvencia-szondázás*, az *elektromos térbeállítás*, a *gerjesztett potenciálmérés* és a *térkivonás*.

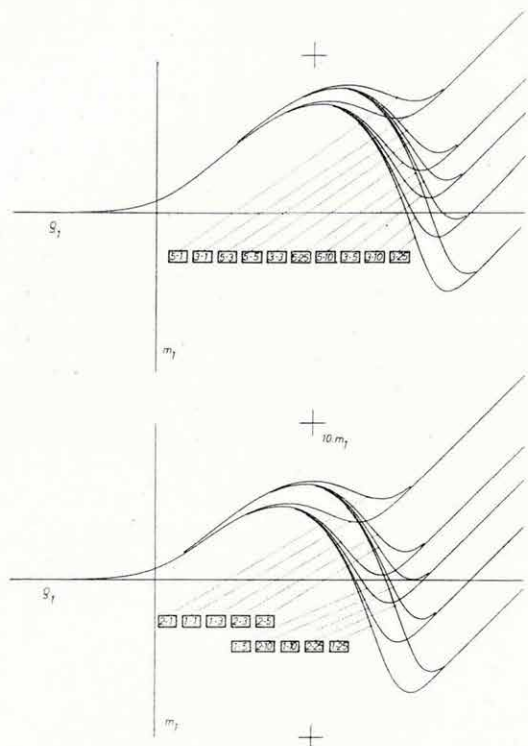
A gépi feldolgozásnál a legnagyobb nehézséget az ekvivalens görbék jelentik. 1969-ben sokszáz  $H_{\infty}$  típusú görbe ekvivalencia összefüggéseinek tisztázására számítógépes elemzést végeztünk. Az ekvivalenciatartomány szélessége a vártnál nagyobbak bizonyult.

$H_{\infty}$  típusú görbéknel a nemzetközi szakirodalomban egyszerű  $\frac{S_2}{S_1}$  ekvivalencia-összefüggéssel számolnak. Számítógépes elemzésünk szerint ezek a függvények bonyolultabbak. Némelyik altípusnál ez 10–30%-os mélységmeghatározási különbséget jelenthet. Számos magyarországi (és mongóliai) kutatási területen éppen ezek a görbék gyakoriak; vizsgálatainknak ezért ennek a kérdésnek megoldására kellett összpontosulniuk. Kidolgoztunk egy olyan eljárást, amely ekvivalens görbéknel közvetlen kiértékelést tesz lehetővé. A számítógép sokezer variációs lehetőséget dolgozott fel, ezek eredményét két — viszonylag egyszerű — terepen is használható nomogram összesíti.

A feladat megoldása három- és többreteges görbeseregeknél olyan követelményeket támasztott, amelyeket az 1968-ban kidolgozott program már nem elégített ki. A terepi geoelektromos csoportok munkája viszont számos háromreteges, sőt négy- és ötréteges görbesereg számítását is megkívánta. Ezért új program készült, amely már teljes görbeseregek számítására és ezek automatikus (grafomátos) rajzolására alkalmas. Segítségével a görbeseregek  $\pm 1\%$  pontossággal, nyomdai klisé készítésére kész állapotban szerkeszthetők (37. ábra).

A program görbénként viszonylag kevés pontot számít, a közbülső függvényértékeket interpolációval határozza meg. Az interpoláció harmadfokú polinomszakaszokkal történik, amelyeknél mellékfeltétel, hogy az illeszkedés a deriváltakban is folytonos legyen.

Az így előkészített adatok kerülnek a grafomat rajzolóberendezés lyukszalagjára. A program biztosítja, hogy rajzoláskor a koordinátarendszer kezdőpontja közelében összesűrűsödő görbék ne tegyék áttekinthetetlenné a görbesereget.



37. ábra.

Fig. 37

Рис. 37.

Tapasztalatunk szerint a számítógépes elemzés a manuális kiértékelésnél jóval nagyobb felbontóképességet biztosít. Ez azonban — a görbék viszonylag magas ( $\pm 3\text{--}5\%$ ) zajszintje miatt — jelenleg nem használható ki. A gépi értelmezés előnyei valójában csak akkor jelentkezhetnek, ha a műszerfejlesztés a zajszint csökkentését megoldja (nagyérzékenységű felvevővel és digitális összegezéssel).

Ennek a témának a keretében magnetotellurikus adatok feldolgozásával is foglalkoztunk. Ezt azonban egyelőre nem ismertetjük, mert a munka — a hozzákapcsolódó műszerfejlesztés problémái miatt — még nem tekinthető befejezettnek.

Megemlítjük, hogy a magnetotellurikus impedancia-ellipszis kiegyenlítéssel történő meghatározására is program készült.

A geoelektromos műszer- és módszerfejlesztés témacsoportjába tartozik még *többszörös magnetotellurikus regisztráló továbbfejlesztése* c. témánk. Erről azonban jelentést nem adhatunk, mert ebben a témában 1969-ben újszerű előrehaladás nem történt.



A geoelektromos műszer- és módszerfejlesztés részletei, a specifikációk, paraméterek, programok, görbeseregek, stb., az ELGI Adattárában elhelyezett szakjelentésekben, ill. témalapokban megtalálhatók. A gépi értelmezés problematikájával a Geofizikai Közlemények egy tanulmánya (Zilahy—Körös, 1971: Sokréteges elektromos szondázási görbék gépi számítása és ábrázolása XX. 1—4; *sajtó alatt*) részletesen foglalkozik.



## 231 SZEIZMIKUS DIGITÁLIS MŰSZERFEJLESZTÉS\*

A szeizmikus digitális műszerfejlesztés az ELGI legnagyobb műszerfejlesztési programja. Ez a program 1969-ben olyan stádiumba jutott, hogy háttérét, összefüggéseit és aspektusait időszzerű megvilágítani.

Műszerfejlesztésnél számos szempontot kell figyelembe vennünk. Mércéül nyilvánvalóan az élvonalat választjuk, de hazai adottságainkra, mégpedig nemcsak az objektív földtani adottságokra, hanem a legalább ugyanolyan objektív pénzügyi, anyagutánpótlási problémákra is tekintettel kell lennünk.

Digitális műszerfejlesztésben az élvonalat ma az Egyesült Államok geofizikai műszeripara képviseli. Nemcsak azért, mert ehhez fejlett bázis-ipara van, hanem azért is, mert könnyen kutatható „jó” területeit már felkutatta. A digitális út kényszer: a „rossz” területeken szükséges többszörözések, a tengeri mérések óriási adathalmaza, mindkettőnek speciális magasszintű matematikai problematikája elkerülhetetlenné teszi az elektronikus számítógépet. A modern *computerek* pedig *digit*-ekben „gondolkoznak”.

Mihelyt egy „szűz” és jól kutatható szárazföldi terület kerül a kőolajkutatás hatósugárba, vitássá válhat a digitális út nyilvánvaló fölénye, minthogy egyszerű feladatokat az analóg technika is megold.

Digitális berendezést csak nagy dinamikatartománnyal érdemes építeni. Ezzel a berendezés költségei emelkednek. Jól kutatható és nem is nagyon mély szerkezeteknél pedig mindez nincs kellően kihasználva, noha még ilyen szerkezetek is okozhatnak egészen speciális, nehéz problémákat.

És itt érkezünk el a magyar problematika lényegéhez. Hazánk túlnyomó része „rossz” szeizmikus terület. Szénhidrogéntelepeink — egyetlen (közepes) kivételével — a nemzetközileg „kicsinek” minősített mérettartományba tartoznak. És végül: most kerül előtérbe a mély ( $> 4$  km) medencerészek felkutatása, ahol — költségre való tekintet nélkül — *elengedhetetlen* a nagy dinamikatartomány és a korszerű feldolgozás.

Digitális fejlesztő tevékenységünk terepi bázisa jelenleg a nehezen kutatható Nyírség

\* Fábán A., Kaszás M., Kengyel M., Koch Gy., Németh G., Posgay K., Szép F., Vincze J.

(11 fejezet). Ez azt jelenti, hogy a módszertani kutatás és műszerfejlesztés szorosan összefügg és mindez a tevékenység egy későbbi földtani kutatás jobb hatásfokáért történik.

Felteheti valaki a kérdést, hogy digitális műszerezettség miért nem vásárlást értünk? Ez a kérdés jogos, de jelenlegi devizahelyzetünk sem számunkra, sem a szomszédos szocialista országok számára nem teszi lehetővé, hogy a teljes műszerparkot egyszerűen importberendezésekkel cseréljük ki.

Nem irreális tehát egy hazai digitális műszerfejlesztés, sőt bizonyos rentabilitást ígér még akkor is, ha a fejlesztési költségeket viszonylag kis széria kell, hogy majd viselje, ami a geofizikában egyébként nem is szokatlan.

Vegyük mindehhez hozzá, hogy Magyarország elektronikus ipara meglehetősen fejlett, továbbá, hogy nemzetközi kooperációk is segítik törekvéseiben — és úgy véljük: sikerült megvilágítani a szeizmikus digitális műszerfejlesztés hátterét.

Az ELGI kutatóintézet lévén — *témákon* dolgozik. A korábbi Évi Jelentésekben a szeizmikus digitális műszerfejlesztést olyan témafejezetekre bontva ismertettük, amilyen témákra maga a fejlesztő tevékenység oszlott. Ebben a jelentésben egységesebb és összefontabb képet nyújtunk erről a fontos témacsoportról. Az 1969. évi rész feltételezi, hogy az olvasó ismeri, vagy ismerheti a korábbi jelentéseket, ezért az előzmények leírása helyett csak az egész tevékenység gazdaságpolitikai és tudománypolitikai alapjait írtuk le; a (dőlt betűvel szedett) *részegységek* „múltját” ismertnek tételezzük fel.

A fejezet címében foglalt témacsoportban 1969-ben a következőket végeztük.

### *Minicentrum és perifériák*

1969-ben befejeződött az analóg felvételek digitális kódolását és átjátszását biztosító egysátnárnás berendezés (*AD konverter*) teljes fejlesztési és építési munkája. Elkészült egy olyan *csatlakozó egység* is, amely a digitált adatoknak a MINSZK-2 számítógépbe adását, valamint a gépen feldolgozott adatok egyszerű *kirajzolását* biztosítja. A berendezés egy példányát és teljes dokumentációját a GOM részére gyártásra átadtuk.

Az FM analóg terepi felvételek *minicentrumon* való kísérleti feldolgozása egyszerűes fedésű szelvények feldolgozására korlátozódott. A téma tervében szereplő központi vezérlést nem tudtuk megvalósítani, ezért a stacking rendszerű analóg felvételek digitális feldolgozására, valamint a terepi digitális felvételeknek a minicentrumba való beadására 1970-ben kerül sor, egy modernebb megoldásban.

Az elmaradást részben az okozta, hogy az *intézeti számítógépközpont* (MINSZK-32) előmunkálatai tetemes (előre nem látott) feladatokat jelentettek.



Az időközben elvégzett vizsgálatok szerint egy, a minicentrumtól független, de a *minicentrumhoz* és a *MINSZK—32-höz* egyaránt csatlakozni képes univerzális geofizikai csatlakozó egység megvalósításának kitűzése (megvalósítása: 1970-ben) látszott célszerűnek. Ebben az egységben alkalmazzuk többek között a *24 csatornás analógdigitál dtalakitót*.

Ez a berendezés a terepi analóg felvételekből a digitális felvételekkel azonos formátumú digitális mágnesszalagot készít. A minicentrumnak tehát a digitális mágnesszalagok fogadására kell alkalmasnak lennie. Ez, egyebek között azért is előnyös, mert a digitális mágnesszalag az összes analóg szeizmikus csatornáról egyidőben — időmultiplex rendszerben — készül, tehát a minicentrumon való feldolgozáskor időjelproblémák nem jelentkeznek.

A korábban elkészült szelvényíró deszkamodelljének átdolgozásával egy, a központi vezérléshez illeszkedő új *szelvényíró*-típust terveztünk és előállítását megkezdtük.

A minicentrum egyik eleme a *konvolver*. Ennek továbbfejlesztési lehetőségeit is megvizsgáltuk. Segítséget jelentett a VNII Geofizikával (Moszkva) kialakult együttműködés, amelynek tanulsága szerint a jelenlegi konvolver-megoldást *nem fejlesztjük tovább*.

### *Terepi digitális szeizmikus műszerfejlesztés*

A digitális műszerfejlesztésben 1968-ban elért eredményeink 1969-ben két, konkrét munkamegosztáson alapuló, nemzetközi együttműködési szerződés megkötéséhez vezettek, amelyek a jövőben közvetlenül befolyásolják fejlesztési programunkat. Az 1969. évi munkát adminisztratív körülmények lassították, ez viszont lehetővé tette egy hazai szerződéses fejlesztési programunk (SZU—24) meggyorsítását.

A *SzU—24 típusú, szeizmikus, digitális terepi berendezés* több részegységének a tervnél korábbi elkészítésével, ezeknek és néhány kísérleti egységnek (amelyek még a szerződéses specifikáció előtt készültek el, tehát továbbfejlesztésükkel nem foglalkozunk) a SzU—24 gépkocsijába építésével, egy kísérleti összeállítást hoztunk létre és azt terepen huzamosabb ideig kipróbáltuk.

Ezekhez a kísérleti mérésekhez deszkamodell szinten adaptáltuk speciális *bináris erősítő*-megoldásunkat, mert az integrált áramkörökkel tervezett egység nem készült el. Tény, hogy a függőben lévő specifikáció miatt nem is siettettük.

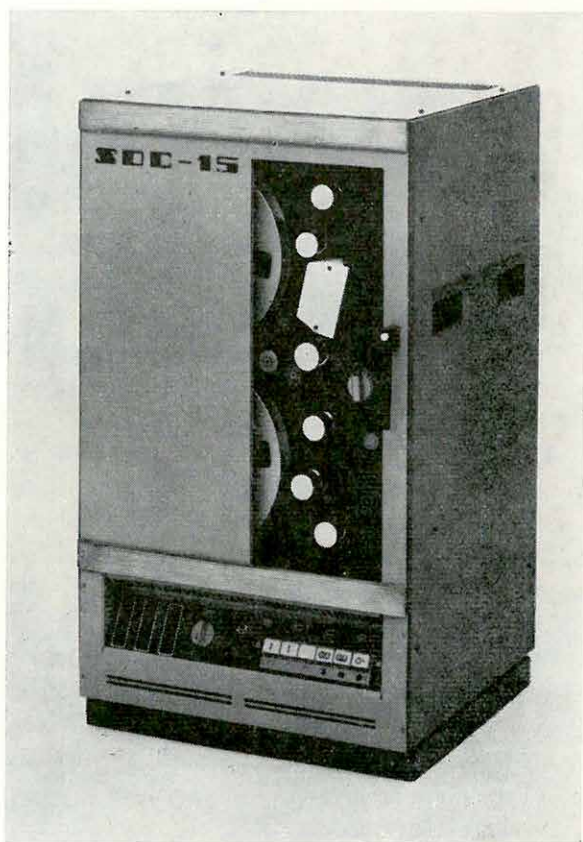
A terepi digitális felvételek laboratóriumi visszajátzására és számítógépbeadására szolgáló berendezés befejezési munkáira szintén hatottak a minicentrumhoz való illesztéssel kapcsolatos változtatások.



Az idő szerinti keresés szükségtelennek bizonyult, az összes többi feladatot pedig a terepi és a laboratóriumi visszajátszó egyaránt ellátja. Kitűnt, hogy a terepi és laboratóriumi visszajátszót célszerű egységesíteni. Ez megtörtént, az egység megépült és a terepi mérésekben részt vett, mint *terepi visszajátszó*.

Külön laboratóriumi visszajátszót tehát már nem tervezünk, mivel ezt a funkciót az *univerzális geofizikai csatlakozó egység* tölti majd be. Az eredetileg tervezett laboratóriumi visszajátszó részeként elkészült digitális magnetofon azonban már emelt követelményekkel fejeztük be. Pl. megoldottuk a lassított üzemmódú (a MINSZK—2 számítógéphez adaptált) visszajátszást, ami a digitális magnetofonnak, a szeizmikus módszer körét meghaladó alkalmazási lehetőséget (pl. terepi digitális fúrólukszelvényezésnél) is biztosít.

A kísérleti szeizmikus digitális felvételek számítógépes feldolgozása, a programsebességeknek a névlegestől való eltérése, majd végül a MINSZK—2 átköltöztetése következtében, nem történt meg.



38. ábra. Digitális mágnesszalagos adattároló (digitális magnetofon)

Fig. 38 Digital magnetic-tape data recorder

Рис. 38. Цифровой накопитель данных на магнитную ленту (цифровой магнитофон)

A digitális *magnetofont* (digitális mágnesszalagos adattárolót, 38. ábra) sikerült elsőnek gyártható szintre fejleszteni (Mechanikai Laboratórium). A gyártott berendezésektől terepi üzembiztonságot várunk.

Megemlítendő, hogy a minicentrum átmenő memóriája számára, végtelenített hurokkal működő típusváltozat is elkészült.

★

A korábbi évek alapozó munkáit, tapasztalatszerzését felhasználva, 1970-ben folytatjuk a nemzetközi szerződéseinknek megfelelő berendezésegységek kifejlesztését. Némelyik egység egy alacsonyabb követelményű, de gyorsabban befejezhető berendezés része, a többiek egy magasabb követelményű távlati berendezési. A két típus közötti illesztő-egységek elkészítésével — kb. 1971-ben — egy teljes kísérleti példányt állítunk elő.

1970-ben készül el a SzU—24 típusú *berendezés*. Szerződésünk értelmében ez a berendezés az MTA tulajdona lesz, de a következő években az Intézet üzemelteti. Ezzel végzzük földkéregkutató kísérleteinket. Azt várjuk, hogy a digitális szeizmika földkéregdimenziókban is megjavítja a kutatási lehetőségeket.

A MINSZK—32 számítógép üzembehelyezését 1970 végére tervezzük, új Központi Laboratóriumunkban. A fejlesztési munkának az a része, amelyhez a számítógép tényleges rendelkezésre állása lényeges, a felszerelés ütemétől függ.

#### 232 MÉRNÖKSZEIZMIKUS MŰSZERFEJLESZTÉS★

Amint az előszóban említettük, egyre nagyobb kutatási igényt kell kielégítenünk műszaki, vízföldtani feladatkörben. A problémák lényegét rendszerint nem is a feladat jellege, hanem a kis mélység határozza meg, ezért a kis mélységben települt ásványi nyersanyagok kutatása is tulajdonképpen idetartozik. Az alkalmazási módok között távolról sincs akkora különbség, mint a kutatási célok változatosságából gondolhatnánk: a lényeg a sekélykutatás (a témát valószínűleg ennek megfelelően nevezzük majd el).

Szórványos kezdeti kísérletek (1954—55) után ez a kutatási águnk elsorvadt és csak mostanában kezd feléledni. Néhány fejlett országban ilyen téren komolyabb hagyományok vannak, vagyis sekélykutatásra speciális műszerezettséget és módszertant dolgoztak ki. Nálunk az újjáéledés kezdetben csak egyszerű lépték-kicsinyítést jelentett (rövidebb vonalak, kisebb geofonköz); mostanában kezd a feladatokhoz alkalmazott, kvalitatív és specifikusan sekélyszeizmikus műszerezettség és módszertan kifejledni.

A fejlesztés először a kalapácsszeizmika körében mozgott, majd digitális időintervallummérőn dolgoztunk, de az utóbbi alkalmazásának határt szab, hogy dinamikus

jellemzőket nem ad. A kalapácsszeizmika rengéskeltési hatásfokát elektromechanikus berendezésekkel kívánjuk növelni és a regisztrálást egyszerűsíteni, minthogy az ilyen méréseknél a mozgó terepi laboratórium, a műszerkocsi nem áll rendelkezésre. Jelenleg ezek a megfontolások határozzák meg fejlesztő tevékenységünket, amelyben 1969-ben a következő előrehaladást értük el.

A *Pionir*—2 típusjelű hordozható sekélyrefrakciós berendezést az előző évi tapasztalatokra támaszkodva, bizonyos áramköri átalakítással továbbfejlesztettük. Kísérleteket végeztünk a *Pionir*—2 berendezés *UV* rendszerű *regisztrálásának* megoldására. A rendelkezésre álló papír azonban érzéketlennek bizonyult; a kvarc-optika gyártása folyamatban van.

Az *elektromechanikus rengéskeltőt*, amelyet „villanyágyúnak” nevezünk, tökéletesítettük, de csak korlátozott területen, a szeizmikus lyukszelvényezésben próbáltuk ki. A berendezés fogyatékosága a kis energia és a költséges import kondenzátor-sor.

A *Botond*—III típusjelű digitális, egycsatornás időintervallummérő berendezés egy szilárd-áramkörös új példányát építettük meg, ezzel a *Botond* család fejlesztését befejeztük.

Elkészítettük öt olyan *rádió időjeladó-egység elektronikáját*, amely a jelet 1 sec-os időtartamokban adja.

Egy régi 12 csatornás berendezés anyagának felhasználásával elkészült egy terepi korrekciós mérésekre alkalmas 12 csatornás adapter.

Mindezeken kívül ipari rezgésméréseket is végeztünk; a mért adatokat bináris kódokká alakítottuk, hogy számítógéppel analizálhatók legyenek.

A téma súlyponti feladata jelenleg az *UV* regisztrálás megoldása, ami a digitális műszerfejlesztésben is lényeges. A jövő egyik feladata lesz a terepi összegezés és — esetleg — a magnetofonos regisztrálás bevezetése a sekélyszeizmikába.



A szeizmikus információk digitálás kiértékelésével kapcsolatos kutatómunka keretében 1969-ben, az előző években kidolgozott programokkal végzett programfuttatások mellett, új eljárásokat próbáltunk ki Intézetünkben. A szeizmikus minicentrum korrekciós egységét vezérlő nyolccsatornás lyukszalagokat számítógépen már üzemszerűen állítottuk elő. Emellett többszörös nyújtású korrekciós szalag készítésére új program készült.

A digitális magnetofon fejlesztése (231 fejezet) is elérkezett a számítógépes ellenőrzés fázisába. Programot készítettünk a digitális magnetofon információanyagának számítógépbe juttatásához, gondolva a további feldolgozás megkívánta átcsoportosításra. A programrendszer a felvételek keresését, a demultiplexálást és a BGC helyreállítást tartalmazza.

Az AD—DA konverter ellenőrzésére *test* programokat készítettünk (azonos bitek, szinuszgörbék, lépcsős szinuszgörbék).

A digitális szeizmikus segédberendezések és programok felhasználásával 1969-ben elkészült a *Nyis-68/1* stackingvonal elsődleges feldolgozása. A feldolgozás lépései a következők voltak:

a szeizmogramok beadása AD konverter segítségével a számítógép mágnesszalagjára,

az alapadatok felrajzoltatása a számítógépből,

az elsődleges statikus és normál korrekciók végrehajtása a számítógép segítségével,

a korrigált szeizmogramok ellenőrző felrajzolása,

reziduális korrekciók meghatározása és végrehajtása,

az előírt csatornák összegezése (STACKING I) és az összegcsatornák felrajzoltatása,

a szeizmikus csatornák információanyagának átrendezése a „közös mélységpont”

elve szerint,

a második reziduális korrekció végrehajtása,

a megfelelő korrigált csatornák összegezése (STACKING II) és az összegcsatornák felrajzolása,

súlyozott összegezés (1—2—5—2—1 arányú keverés) és felrajzolás (STACKING III).

A feldolgozás jelenlegi gépünkön rendkívül idő- és munkai igényes. Számos új program készült hozzá: pl. STACKING (csatorna összegezés előírt terv szerint), TG (csatornák információanyagának összegyűjtése a STACKING program számára). A programok automatikusak és rendszerüket tekintve egy szeizmikus programnyelv standard eljárásainak felelnek meg.

A futási idő rövidítése végett az ismertetett elsődleges feldolgozáson kívül számos új programot készítettünk el, illetve írtunk át. Példaképpen néhányat megemlítünk: szubrutin az időben változó szűrőoperátor kiszámítására adott időpontban, a sebességfüggvény-korrekciók meghatározására kidolgozott korrelogramok

\* Korvin G., Zilahi-Sebess L.

tengelyeit meghatározó program, a sebességfüggvény *Garotta—Michon* programja (csékély módosítással),

programok a hullámok kinetikus energiája csökkenésének, a dominás frekvencia és az amplitudó töltetsúlyfüggésének, valamint a frekvenciafüggő abszorpciók együtthatóinak a meghatározására.

Amint ezt a szeizmikus programok futási idejéből már az előző években is megállapítottuk, szeizmikus adatfeldolgozásra a MINSZK—2 számítógép műveleti sebessége és tároló kapacitása kicsi. Ezért megkezdtuk a felkészülést az 1970-ben üzembe lépő nagyobb kapacitású MINSZK—32 számítógép használatára.



Az ismertetett berendezések részletes specifikációja és műszaki paraméterei az ELGI Adattárban elhelyezett szakjelentésekben ill. témalapokon megtalálhatók.

Mélyfúrási geofizikai partnereink (elsősorban az OKGT) modern kutatási fejlesztési feladatainak megfelelően néhány hőmérséklet- és nyomástűrő szonda kidolgozását kérték az ELGI-től. A feladat nem egyszerűen mechanikus, mert az áramköröknél a felsorolt tényezők nem egyszerű lineáris igénybevételi többletet jelentenek, hanem egészen speciális problémákat vetnek fel.

1969-ben a mélyfúrási geofizikai témakörben a kapacitásnak több mint 50%-át fordítottuk műszerfejlesztésre és ennél lényegesen kevesebbet módszerfejlesztésre (jelentős kapacitást fordítottunk terepi kutatásokra is, és noha ezek egy része szintén módszertani jellegű volt, a földtani elemek túltengése miatt, ezeket a kutatásokat a 15 fejezetben ismertetjük). Ez az arány a módszerfejlesztés szempontjából eléggé kedvezőtlen és rámutat néhány intézeti műszerfejlesztési téma elnagyolt módszertani hátterére.

Az ultranagy hőmérsékletek tartományában (főleg olajbázisú iszapnál) a mérhető paraméterek kis változékonysága jelenti a legnagyobb módszertani problémát. Ezért foglalkozunk az egyszerű gammasugár detektálása mellett az energiaszelektív változattal, a neutrondetektálással és ezért végzünk vizsgálatokat az indukciós szelvényezés vonalán. A mérési pontosság növelése követeli meg a szcintillációs radioaktív szondák különböző típusainak és a nagy alkalmazkodó képességű elektronikus vezetőképesség-mérő áramköröknek a kifejlesztését.

Amint a 231 fejezetben kifejtettük, szénhidrogéntelepeink túlnyomó része „rossz” területen van. Ez a kedvezőtlen helyzet nemcsak szeizmikus vonatkozásban áll fenn. A mélyfúrási geofizikában is sajátos, nehéz problémákkal (pl. rutinmérésekkel érzékelhetetlen kis sótartalom a rétegvizekben) kell megküzdenuünk.

A mélyebb fúrások, az új módszerek egyre növekvő adathalmaza, a kiértékelés automatizálása és objektívvá tétele, de maga a komplex digitális karotázberendezés fejlesztése is megköveteli, hogy a számítógépesítés a mélyfúrási geofizikában is teret hódítson.

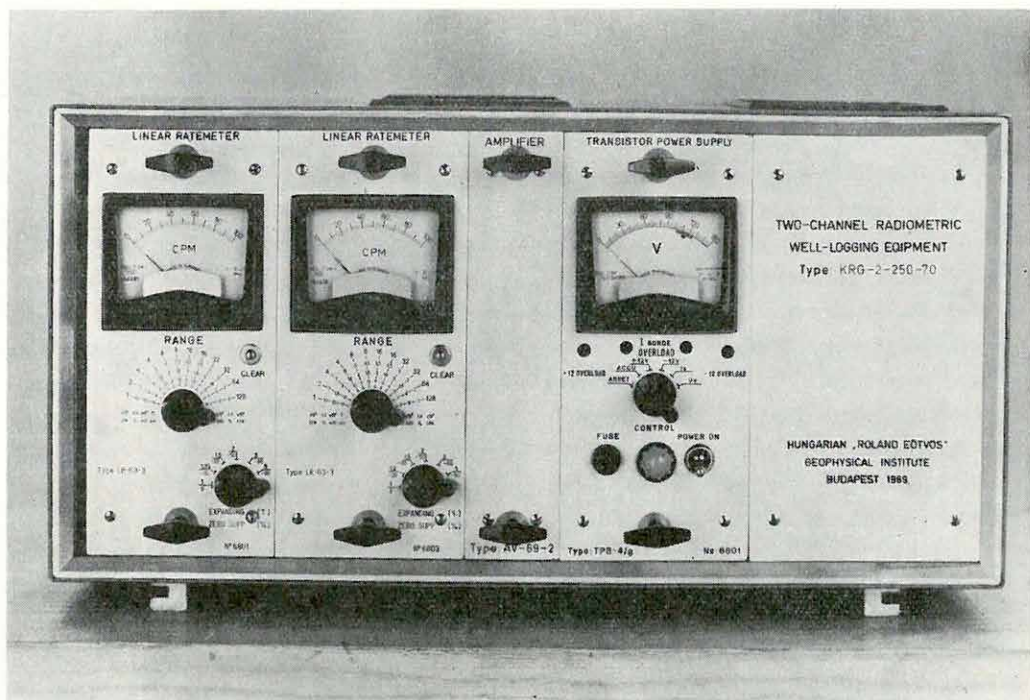
Ezek az elvek és szempontok határozták meg eddigi tevékenységünket, amelyben 1969-ben a következő konkrét feladatokat oldottuk meg.

\* Andrássy L., Barát I., Liszt F., Márfoldi G., Rozs G. Salamon B., Sebestyén K., Szalai M., Tatár J.



Egyik legfontosabb kutatási témánk a gázkisüléstű (félvezető) detektorral működő nagy-hőmérsékletű radioaktív lyukszelvényező berendezés kidolgozása volt. Az OKGT-val kooperációban folytattuk az előző évben megkezdett, speciális radioaktív lyukszelvényező berendezések kidolgozását. A 250 C° hőmérsékleten működő kétsatornás lyukszelvényező adapter szondája és felszíni egysége elkészült (39. ábra). A felszíni impulzusfeldolgozó és vezérlő egység elemei: két lineáris rate-meter, egy impulzusválasztó és hitelesítő generátor, egy univerzális stabilizált tápegység és egy hálózati feszültségátalakító.

A 270 C°-ot tűrő szondánál szintén értünk el bizonyos előrehaladást. További célunk a 300 C° elérése. Folytattuk a 180 C°-ot tűrő gamma- és neutronszoonda kidolgozását.



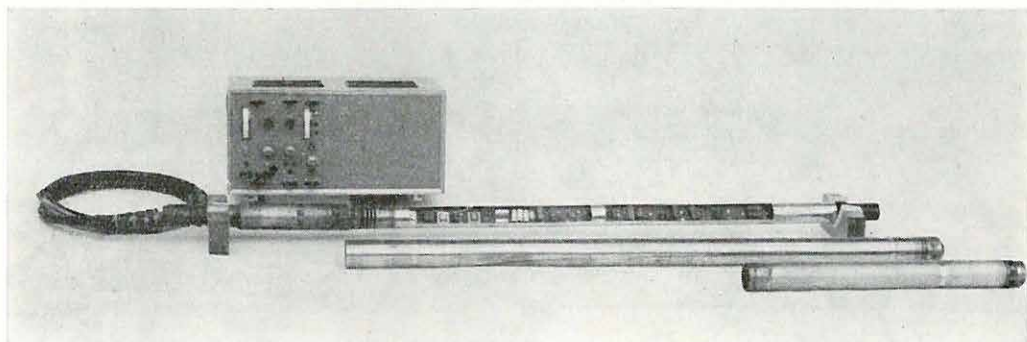
39. ábra. Kétsatornás radioaktív lyukszelvényező adapter felszíni egysége

Fig. 39 Surface unit of the two-channel radioactive well-logging adapter

Рис. 39. Наземная панель двухканальной приставки РК

A szcintillációs rádióaktív berendezést továbbfejlesztettük (40. ábra). A fejlesztés egyik leglényegesebb eleme a kis átmérőjű szondaváltozat. A hőmérséklettűrési igény ezzel a szondával szemben nem haladja meg a  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ot, ezért szerkesztésénél javarészen hazai elektronikus alkatrészeket használtunk. A szonda modul-rendszerű, átmérője 60 mm. Érzékenysége  $190\text{ cpm}/\mu\text{r}/\text{óra}$ .

A szcintillációs témakörben ezenkívül megvizsgáltuk, hogy a szovjet LDMN típusú szcintillátorok megfelelőek-e céljainknak. Végző célkitűzésünk azonban hazai hőálló neutron-szcintillátorok kifejlesztése.



40. ábra. Szcintillációs rádióaktív berendezés (szonda és felszíni egység)

Fig. 40 Scintillation radioactive well-logging equipment (probe and surface unit)

Рис. 40. Сцинтилляционная аппаратура РК (скважинный снаряд и наземная панель)

Az energiaszelektív szondák tökéletesítésére precíziós szondaáramköröket terveztünk (jobb jelátvitel). A felbontóképesség (10—12%) növelésének azonban a hőálló fotoelektron-sokszorozó határt szab, sőt a felbontóképesség a specifikált hőmérsékleten mintegy 3—4%-kal romlik. A hőmérséklettűrést  $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ -ra akarjuk emelni. A szonda áramköreit tranzisztorokkal építjük fel, de a szcintillációs detektornál speciális hőszigetelőt kell alkalmaznunk. Erre a legmegfelelőbbnek egy fémfalú Dewar-palack látszik, amelyet szovjet együttműködésben adaptáltuk. Ez azonban a szonda átmérőjét 100 mm-re növeli.

A spektrumfrekvenciás karotázsberendezés fejlesztése c. témában véglegesítettük a berendezés áramköri felépítését. A közös kábelélen is továbbítható tervezett spektrumfrekvenciás szelektív rendszert (lyukelektronikával) nem valósítottuk meg. Elvégeztük a komplexus ismételt laboratóriumi és terepi vizsgálatát: jónéhány fúrólukban végeztünk méréseket.

*Az indukciós vezetőképességszelvényező műszer és eljárás fejlesztése* c. témakörben 1969-ben közlésre érdemes előrehaladás nem történt, célkitűzéseinket nem sikerült megvalósítani.

Az NDK-ból 1968-ban beszerezett *akusztikus karotázsberendezésünk* 1969-ben már túljutott a kísérleti stádiumon és sikeres méréseket végzett szeizmikus sebességmérésben cementkötés és porozitás meghatározására. Adatait, szintetikus szeizmogramok készítésére a szeizmikus módszerfejlesztés is felhasználja.

*Radiaktív karotázsberendezések kalibrálása és neutronmodellezés* c. témakörünkben folytattuk az eddigi említett témakörökben elkészült szondák hitelesítését és korrekciós diagramokat készítettünk.

Igyekeztünk a neutronszelvényezési eljárások kalibrációs technológiáját elvileg és gyakorlatilag kidolgozni. A neutron-modellezés leglényegesebb eleme egy üvegcső modell; ennek alkalmazási paramétereit rögzítettük. Neutron-gamma hitelesítő méréseink hitelesítő görbéjét 55 cm-es szondahosszra szerkesztettük meg. A vizsgálat lényege a szondahossz, a porozitás és a beütésszám közötti összefüggés meghatározása.

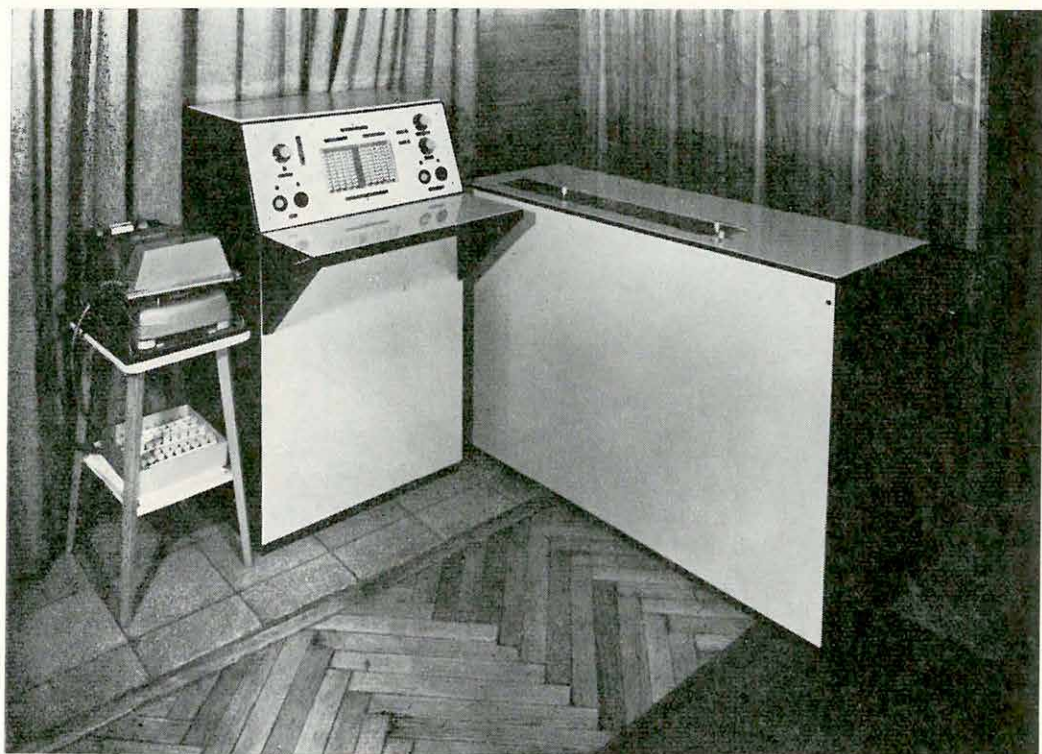
*A laboratóriumi aktiválós analízis neutrongenerátorral* az Intézetnek ma már tulajdonképpen elsősorban külső megbízásokra támaszkodó rutinmunkája. Elvei és módszerei ismeretesek. Említést érdemel saját kidolgozású és szerkesztésű *bauxitelemző automatánk* (automatikus neutronaktivációs analízátor; 41. ábra).

További kísérleteket végeztünk a wolfram és a mangán egyidejű meghatározására. E munkában számítógépes feldolgozást alkalmaztunk.

Az OKGT-vel kooperációban folytattuk kutatási munkánkat, hogy az IGN típusú szovjet lyukneutrongenerátorok érzékenységét a magyar rétegvizeknek megfelelően megnöveljük: ehhez egy pontos, stabil 5 csatornás felszíni vezérlő- és észlelő-egységet elkészítettünk.

*A karotázs mérési anyag számítógépes feldolgozása* c. témában előrelépés alig történt, mindössze réteghatár programunkat tökéletesítettük és programváltozásokat állítottunk össze pl. porozitás számításra akusztikus szelvényből, és rétegvíz látszólagos fajlagos ellenállásának meghatározására SP görbéből.





41. ábra. Automatikus neutronaktivációs analízátor (bauxitelemző automata)

Fig. 41 Automatic activation analyser (automatic bauxite-analysator)

Рис. 41. Автоматический нейтронно-активационный анализатор (автоматический анализатор бокситов)

A digitális karotázsberendezés építése c. témánkban az OKGT-vel és a KFKI-vel vagyunk kooperációban. 1969-ben megtörtént a berendezés specifikálása. A berendezés pillanatnyilag a szeizmikus digitális műszerfejlesztés témakörben ismertetett digitális magnetofonra épül.

★

A berendezések specifikációja és műszaki paraméterei az ELGI Adattárában elhelyezett szakjelentésekben, ill. témalapokon megtalálhatók.



### 3 FÖLDFIZIKAI KUTATÁSOK





Ebben a témakörben 1969-ben is jelentős és nemzetközi érdekességű tevékenységet folytattunk. A munka legfontosabb állandó elemei a *Tihanyi Obszervatóriumban* végzett különféle regisztrálások, amelyek egyre szélesebb körűvé fejlődnek és ma már szinte a geofizika egész területét érintik.

Folyamatosan regisztráltuk a *földmágneseség vízszintes és függőleges erőösszetevőjének* valamint a *deklinációnak* lassú változásait.

Regisztráltuk és gépi feldolgozásra előkészítettük az 1968 februárjától 1969 júniusáig mért *gravitációs árapály görbét*, de nem elégedtünk meg a pusztá regisztrálással, hanem megoldottunk néhány műszertani kérdést, valamint a regisztrátumokat speciális analízisnek vetettük alá. Emellett kísérleteket végeztünk a gravitációs regisztrálás automatizálására.

Az ELTE Geofizikai Tanszékével karöltve megkezdjük a tervezett *proton-precessziós magnetométer* építését, amely finommechanikai kapacitás hiányában eléggé vontatottan halad.

A *szarvasi obszervatórium* épülete elkészült, a mágneses regisztrálású műszereket felszerelésre előkészítettük.

*Spherics* regisztrálásunk ugyancsak az ELTE Geofizikai Tanszékével kooperációban történt. Számos alkalommal kielégítő *whistler* jeleket sikerült vennünk, ezeket Sonagraph-fal analizáltuk.

Általában nem elégszünk meg a pusztá regisztrálással, hanem adatainkat eljuttatjuk oda, ahol legjobban felhasználják, hazai terepi csoportokhoz és a külföldi rokon intézményekhez. Adatközlésünk egyik formája az Obszervatórium évről-évre megjelenő *Évkönyve*. Ennek megjelentetését viszonylag későn kezdtük el, jelentős lemaradást kellett felszámolnunk, ezért 1969-ben még csak az 1964-es Évkönyv jelent meg. Kiadásra előkészítettük az 1965-68-as köteteket, tehát elmaradásunkat rövidesen felszámoljuk.

\* Aczél E., Barta Gy., Nemes I., Varga P.

A regisztrált adatokból speciális tudományos elemző munkával *földfizikai szintéziseket* készítettünk, ezeket általában előadások formájában ismertetjük, vagy különféle szakfolyóiratokban jelentetjük meg. 1969-ben pl. zónális gömbfüggvények alkalmazásával kutattuk a *Föld globális tömegaszimmetriájának* okát.

Amint ismeretes, nemzetközi együttműködési megállapodás (KAPG) értelmében az ország mágneses normáalterét nemcsak tízévenként, hanem — kiválasztott ún. *szekuláris pontokon* — kétévenként is meghatározzuk. A terepi mérést 1968-ban végeztük, 1969-ben a mérési eredmények végleges feldolgozására került sor. Nemzetközi konferenciákon a hazánkban folyó ilyen jellegű munkákat pozitíven értékelik és általában kiemelik az adatszolgáltatás pontosságát.

Régi problémák témakörben a szomszédos országok obszervatóriumaival való együttműködés. 1969-ben konkrét *összemérésre* került sor: az *Ukrán Tudományos Akadémia-Geofizikai Intézetének* munkatársai D, H és T méréseket végeztek Tihanyban saját műszereikkel. A mi műszereink *kievi* bemérése az 1970. év feladata.

## 32 PALEOMÁGNESES VIZSGÁLATOK\*

Paleomágneses vizsgálataink az ELTE Geofizikai Tanszékével szoros kooperációban 1969-ben már jelentős mennyiségi és minőségi szintet értek el. Nemzetközi együttműködésben (KAPG) is résztvettünk és a ránk kirótt feladatról (a Lengyel Középhegységben gyűjtött kőzetminták paleomágneses feldolgozásáról) 1969 júniusában Kievből beszámoltunk.

Hazai tevékenységünket É-i hegyvidékünk vulkáni hegységeire koncentráltuk. A Mátra hegységet pl. részletesen feldolgoztuk és valószínűsítettük, hogy a telérek itt a főkitöréshez tartoznak.

A Börzsöny hegységben 1969-ben megkezdtük a paleomágneses vizsgálatokat. Megállapítottuk, hogy a kezdeti vulkáni működéshez és a vulkanizmus paroxizmusához tartozó kőzetek mágnesezettsége pozitív, a befejező fázis termékei viszont negatív mágnesezettségűek.

A mátrahegységi vulkanizmus rétegtani helyét és paleopolaritását a Börzsönyével korrelálva arra következtettünk, hogy a börzsönyi paroxizmus éppen befejeződött, amikor a Cserhátban megkezdődött, a Mátrában pedig általános elterjedésűvé vált a vulkáni tevékenység.

\* M. Szalay E.



Vizsgálataink egyik lényeges eredménye, hogy számos esetben kimutattuk a természetes remanens mágnesezettséget és meghatároztuk a Koenigsberger viszonyszámot. A vizsgált kőzeteknek a mai térrel ellentétes irányú *remanens* mágnesezettsége néha sokszorosa a jelenlegi *indukált* mágnesezettségnek.

Vizsgálataink itt kapcsolódnak a földmágneses terepi kutatáshoz, ill. annak hatószámításához, és az e téren bekövetkezett új szemléletet lényegesen elősegítették.

### 33 FÖLDKÉREGKUTATÓ SZEIZMIKUS MÉRÉSEK\*

Földkéregkutató szeizmikus méréseinket 1969-ben lengyel—cseh—magyar kooperációban az V. nemzetközi vonal mentén végeztük. Ez a kereken 350 km hosszúságú, közel É—D irányú vonal Lengyelországban kezdődik, Csehszlovákián keresztülhaladva Hídvégardónál ér magyar területre, ahol a Tisza vonaláig folytatódik.

Közös mérésünk során öt robbantópontból lőttünk: két—két robbantópont volt lengyel, ill. magyar területen, egy robbantópont csehszlovák területre jutott.

A vonal tektonikailag változatos területen, a Kárpátok vonulatán, az Alacsony Tátrán és a magyar Északi Hegyvidéken haladt keresztül. Az észlelések folytonosságát ez néhol megszakította és a fáziskorrelációt megnehezítette.

A mérést korrelációs refrakciós eljárással, az ún. kritikus pontrendszerben végeztük. A maximális észlelési távolság 150 km volt.

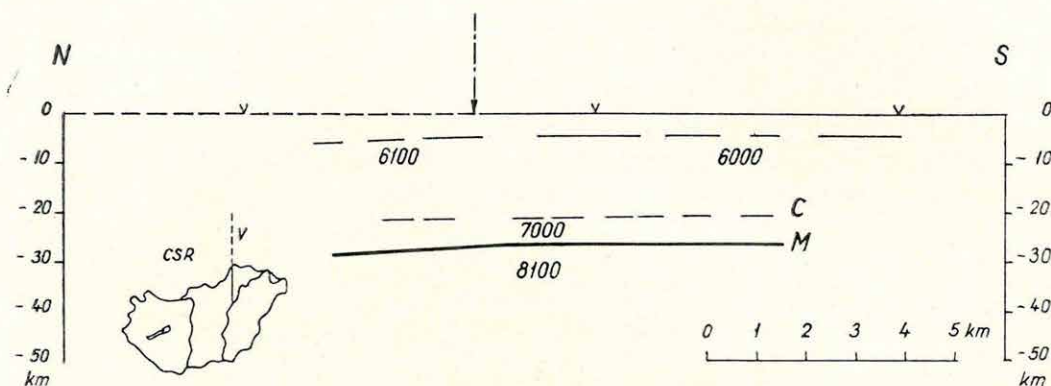
Az első beérkezések egy kb. 6000 m/s határsebességű határfelületről adtak információt, amelynek átlagos mélysége a szelvény mentén 5 km (42. ábra). A felszín nagy szintkülönbségei miatt a sebességágak (mind az első, mind pedig a későbbi beérkezéseknél) erősen torzultak. A látszólagos és valódi sebességek pontos meghatározását ez megnehezítette.

A későbbi beérkezések csak rövid szakaszon voltak folytonosak. Ezekből a szakaszból egy kb. 7000 m/s határsebességű közbenső szintet lehetett meghatározni, amelynek mélysége 20 km körül van. Szelvényünkön (42. ábra) a szaggatott vonal a beérkezések folytonossági hiányait jelzi.

A Mohorovičić diszkontinuitásról származó beérkezések általában nagyobb energiával és folytonosabban jelentkeztek. Ezeket is csak a későbbi beérkezések között tudtuk regisztrálni a cseh—magyar észlelési szakaszokon (acsehszlovákokkal az észlelési anyagot kölcsönösen egyeztetjük, a lengyelekkel még nem). Az út-időgörbék hiperbolikusan görbültek; ez a beérkezések reflexiók jellegére utal. A refrakciós sebességágtörédekek látszólagos sebességeiből számított határsebesség— a többi földkéregkutató vonalunkon kapott értékekhez hasonlóan — 8100 m/s.

A Mohorovičić diszkontinuitás mélysége a szelvény D-i felén 26 km, Csehszlovákia

\* *Mituch E.*



42. ábra

Fig. 42

Рис. 42.

felé a mélység növekszik: a határnál 27 km. A lengyel robbantópontból kapott nagy beérkezési idők arra utalnak, hogy a Kárpátok kérge vastag: közelítő számítás szerint 35—40 km. Ennek pontosabb meghatározására csak egy közös lengyel—cseh—magyar találkozó után kerülhet sor, ahol a külön-külön kapott eredményeket egyeztetni és az esetleges eltéréseket korrigálni lehet.

A lassan változó földi erőterek analíziséből, a Kárpátmedence gravitációs anomáliáinak regionális értelmezéséből, geotermikus, elektromágneses vizsgálatokból és földkéregkutató szeizmikus mélyszondázásokból 1969-re már kialakult a Kárpát-medence geofizikai-tektonikai modellje. Ez a modell nem egyezik a Kárpátok és a Kárpát-medence eredetéről és szerkezetéről vallott eddigi felfogásokkal, de jól egybevágh azokkal az adatokkal, amelyeket a geofizika felsorolt szakágai szolgáltatottak.

A modell lényeges eleme a medence kérgének vékonysága és a Kárpátok (a flis-vonulat) kérgének vastagsága. A kéreg szerkezetéből következtetéseket lehet levonni a külsőkárpáti flisöv, valamint a Kárpát-medence kialakulásának idejére, sőt egyidejűségére; rekonstruálható a medenceképződés mechanizmusa, és megállapítható, hogy a medence felső krétában kezdődő besüllyedését az izosztatikus egyensúlyra való törekvés vezérelte.

Mindezeket, részletesen elemezve, intézeti különkiadvány formájában, a *Kárpát—Balkán Asszociáció* 1969. évi budapesti kongresszusára angol és orosz nyelven közzétettük. A témát ezzel egyelőre lezártuk és a kialakult modellt csak jelentős mennyiségű újabb mérési adat birtokában vesszük majd revízió alá.

\* Szénás Gy.





## 4 GEOFIZIKAI KUTATÁSOK KÜLFÖLDÖN





A Magyar—Mongol szerződés keretében 1969-ben a Geofizikai Expedíció két csoportja végzett méréseket Mongólia vízszegény övezetében.

A geofizikai csoportok feladata vízfúrások kitűzése volt olyan területeken, ahol geofizikai előkutatás még nem volt; ahol előzetes kutatásra alapozva, vagy enélkül már mélyítettek fúrásokat, de ezek meddők voltak (itt a régi fúrások eredménytelenségének okát is fel kellett deríteni); ahol a vízellátás bővítésére új fúrásokat kellett telepíteni.

A kutatással együtt kellett a mongol szakemberek elméleti és gyakorlati kiképzését elvégezni.

A kutatások — a graviméterek kivételével — magyar gyártmányú műszerekkel, és csoportonként öt-öt magyar szakértő részvételével történtek. Az előző évek gyakorlatának megfelelően geoelektromos (VESZ, tellurikus) és gravitációs módszerekkel mértünk.

Az Expedíciót a Mongol Vízgazdálkodási Tervező és Kutató Intézet irányította. Ez jelölte ki a csoportok közvetlen feladatait és a kutatási területeket, továbbá a csoportok működéséhez szükséges mongol szakembereket, segédszemélyzetet, pénzügyi, műszaki és egyéb feltételeket is biztosította.

Az I. csoport munkaterülete Ny-Mongólia Uvsz megyéjében Zavhan falu és Cagan-Hairhan falu körzetében volt. Itt a korábbi években végzett felderítő kutatások és szórványos fúrások nem jártak kielégítő eredménnyel. Kutatásunk előtt mindkét területen számos kis- és közepes mélységű meddő fúrást mélyítettek.

Az 1969. évi komplex geofizikai kutatás során a nagy kiterjedésű (Zavhan: 1600 km<sup>2</sup>, Cagan-Hairhan: 1000 km<sup>2</sup>) területen a vízföldtani szempontból számításba vehető valamennyi szerkezetet felkutattuk és a legreményteljesebb területeken fúráspontokat tűztünk ki, mégpedig a Zavhan területen 6, a Cagan-Hairhan területen 2 fúráspontot.

\* Király E., Nyitrai T.

A kutatási területek a Ny-mongóliai nagy tavak vidékén, a hegységek tavak felé eső lejtőin fekszenek. A medencék, völgyek tengerszint feletti magassága 1000—1300 m között változik, a környező hegyek ennél 500—1000 m-rel emelkednek magasabbra. Az évi átlagos csapadékmennyiség alig haladja meg a 100 mm-t, ezért az enyhén lejtős területeket csak gyér növényzet fedi, nagy részük homokos, félsivatagi jellegű.

A *Zavhan* kutatási területet *D*-ről, *Ny*-ről és *É*-ről övező hegységet ópaleozóos magmás és átalakult kőzetek alkotják. Ez a *kristályos alaphegység* egyben a helyi medencék *aljzata*.

A vízföldtanilag kutatásra érdemes medencében, ezeket a képződményeket változó vastagságú — általában negyedidőszaki — kontinentális hordalékok (kavics, homok, agyag, lösz) fedik. A terület déli részén azonban neogén üledékek (konglomerátum, agyag, homokkő) is találhatóak.

A geofizikai mérésekkel megállapítottuk, hogy a sík felszínű medence középső részén az alaphegység egy *K*—*Ny* csapású gerince csaknem a felszínig emelkedik. A gerinctől északra lévő medencerészben az aljzat felszíne erősen tagolt; maximális mélysége 350 m. Kőzetanyaga végtelen fajlagos ellenállású gránit, valamint 400—800 ohmm fajlagos ellenállású, kambiumi vulkáni eredetű kőzet.

A terület déli részén az aljzat délkeletre lejt, felszíne, viszonylag egyenletesen, 600 m mélységig süllyed. A két medencerészben az üledékes (hordalékos) összlet felépítése is eltérő.

Északon a medenceüledék-összlet alsó — 200—250 m vastag — része 60—80 ohmm fajlagos ellenállású, összetétele homokos, agyagos. Az összlet felső 100—150 m-ében, 150—200 ohmm-es kavicsos, görgeteges képződményt mutattunk ki.

Délen az aljzatra vastag, 6—12 ohmm-es ellenállású agyagréteg települt és csak a felső 50—200 m-ben található nagyobb ellenállású 35—50 ohmm-es agyagos homok.

A vízzáró szint az északi részen a nagyellenállású aljzat, a déli részen az agyag felszíne. A vízzárószintet fedő képződmények helyi viszonylatban kielégítő víztárolók. Vízfúrást olyan helyen javasoltunk, ahol a mérések szerint:

1. megfelelő vízszintes és függőleges kiterjedésű, víztárolásra alkalmas réteg van,
2. a víztárolásra alkalmas réteg alatt vízzáróréteg települ,
3. a vízgyűjtőterület nagyobb mint 150 km<sup>2</sup>.

Ezek a feltételek a területen három nagyobb egységnél teljesülnek. Mindháromra 2—2 fúrást javasoltunk: egy-egy mélyebbet, ill. egy-egy sekélyebbet.

A *Cagan-Hairhan* területen, 1600—1700 m magas hegységek között, négy — egymástól kibúvással elválasztott — völgyrendszer alakult ki. A kibúvások tagolatlan ópaleozóos és újpaleozóos átalakult, valamint üledékes kőzetek.

A hegység déli és északi lejtőin negyedidőszaki, kontinentális üledékeket (kavics, homok, agyag, lösz) találunk.



A területen gravimétermérést és geoelektromos szondázást végeztünk. Tellurikus mérés cleve sem terveztünk, mivel a viszonylag szűk völgyekben jelentős áramtérterzu-  
lással kellett számolnunk.

A fiatal hordalékkal feltöltött völgyek körvonalait a topográfia is mutatja. Az 5–6 km széles és 10–20 km hosszú völgyekben azonban a hordalék vastagsága igen változa-  
tos, helyenként a 400–500 m-t is eléri. Ez meg is magyarázza a korábbi, kismélységű  
fúrások eredménytelenségét. E fúrások ugyanis csak a hordalékos, ill. üledékes összet-  
let felső, száraz, görgeteges részéig hatoltak.

A gravimétermérések az aljzat mélységváltozásának kvalitatív meghatározása mellett,  
az aljzat kőzetanyagának megismeréséhez nyújtottak segítséget. A geoelektromos szon-  
dázásoknál ugyanis két körülmény nehezítette meg az értelmezést: 1 geoelektromos  
szempontból mind a gránit, mind pedig a mészkőösszetételű aljzat végtelen fajlagos  
ellenállású; 2 az egyik völgyben két geoelektromos szelvényben is 180–200 m-től  
lefelé többszáz méter vastag 8–10 ohmm-es réteget észleltünk.

Az 1 esetben a gránit határát gravitációsán azért lehetett kimutatni, mert a gránit  
sűrűsége kisebb, mint a mészkőé.

A 2 esetben, noha gravitációsán maximumot kaptunk, a vastag, kisellenállású kép-  
ződményt valamilyen jólvezető metamorfitnak értelmeztük, mert hordalék olyan vastag  
nem lehetett.

A területen 2 fúrásponthoz jelöltünk ki, amelyeknek várható maximális mélysége  
170 m, ill. 300 m. Vízátalolóknak a 60–75 ohmm-es, agyagos, homokos képződményt  
véltük.



A II. csoport kutatási területét a Dél-Góbi tartomány északi részén lévő *Mandal-obó*  
falu környékén jelölték ki. A 2000 km<sup>2</sup>-nyi kutatási terület a Közép- és Dél-Góbi tar-  
tomány határa közelében húzódó vízszegény zóna része. Az övezet teljes felkutatása  
több évet vesz igénybe.

A terület az Ongijn-patak két oldalán elterülő, délfelé enyhén lejtő, egyenetlen síkság,  
amelyet ÉNy-on hegyvonulat határol. A síkság északi része gyér-füves puszta, déli része  
homokbuckás, bozotos félsivatag, délnyugati része járhatatlan, homokos sivatag.

A terület földtani felépítése, szerkezete, bonyolult, töredezett.

A helyi medencék aljzatának a középső paleozoikumtól krétáig terjedő magmás, át-  
alakult és (néhol effuzívumokkal átszótt) üledékes kőzetösszetétel tekintjük. Erre konti-  
nentális, fiatal üledék- ill. hordalékösszetétel települ.

A területen az előző években három kutatás történt, amelyeket a VTKI mint működő  
kutakat tart nyilván. A valóságban azonban egyik kút sem működik, aminek természe-  
tesen műszaki oka is lehet. A vízellátást ásott kutakból biztosítják.

Az előzetes kutatások szerint, víznyerésre két lehetőség kínálkozik:

ahol az aljzat 300 m-nél nincs mélyebben, közvetlenül az aljzat felett, ill. ennek felső  
fellazult részéből nyerhetünk vizet;



ahol az aljzat 300 m-nél mélyebben van, valahol a fedőösszletben kell víztárolásra alkalmas réteget találni.

A kutatás gravitációs, tellurikus és geoelektromos módszerrel történt.

A gravitációs mérések adataiból Bouguer-anomália és maradékanomália térképeket szerkesztettünk, valamint *Skeels* módszerével hatószámítást végeztünk.

A tellurikus mérések adataiból tellurikus izoareatérképet és tengelyiránytérképet szerkesztettünk. A medencealjzat domborzati változásait ezek kvalitatíve szemléltetik. Vízkutatás szempontjából a geoelektromos szondázások nyújtották a legtöbb eredményt. A VESZ—mérések adataiból szelvényeket szerkesztettünk, amelyek a fedőösszlet rétegzettségéről adnak szemléletes képet. A terület ÉNy-i részén — amely kb. egyötöde az egész területnek — teljes földtani szelvényt sikerült összeállítani, vagyis a medencealjzatot, mint legalsó vízzáró szintet kutatni tudtuk. Az Ongij-n-pataktól Ny-ra eső területrész többi részén nem tudtunk behatolni az aljzatig.

Ahol az aljzat meghatározható volt, ott szintvonalas térképen ábrázoltuk, valamint megszerkesztettük a kisellenállású vízzáró agyagos szint mélységtérképét.

A komplex értelmezés legfontosabb eredményei a következők:

kimutattuk a 300 m mélységet meg nem haladó medencealjzatot, s annak domborzati viszonyait;

meghatároztuk az aljzatra települő fedőösszlet belső szerkezetét, s ahol az aljzatot nem értük el, ott mindenesetre megvizsgáltuk a fedőösszletet 300 m mélységig.

Méréseink szerint a vízföldtanilag kedvező területek három típusba sorolhatók. Mindegyik típusra kutatófúrást (összesen hetet) javasoltunk. Ezeknek a fúrásoknak azt kell eldönteniök, hogy a jövőben melyik típust részesítsük előnyben.

Az intézeti *Könyvtár* állománya 1969-ben elérte a 40 000-et. Ebből 12 000 könyv, a többi egyéb (folyóirat, fordítás, mikrofilm). *Adattári* forgalmunk kb. 50%-kal emelkedett (szakvélemények).

Megjelent szöveges kiadványaink: a *Geofizikai Közlemények* XVIII. 1-2. , 3. és 4. száma; az ELGI 1968. *Évi Jelentése*, a *Földmágneses Évkönyv* 1963—64 évfolyama; *A Kárpát-medence fejlődése és kéregszerkezete* (külön kiadvány, angol és orosz nyelven).

1969-ben térképünk — e Jelentés térképmellékleteit kivéve — nem jelent meg.

Az ELGI 1969-ben belépett az *European Association of Earth Science Editors* (EDITERRA) nevű szervezetbe. Közleményeink szerkesztésénél a jövőben nemzetközi szabványokra törekszünk.





ANNUAL REPORT OF THE HUNGARIAN  
GEOPHYSICAL INSTITUTE 'ROLAND EÖTVÖS'  
FOR 1969



## FOREWORD

*The reference year of this Report, 1969, and the year of publication, 1970, are perhaps the most decisive two years in the history of the Institute (henceforth : ELGI).*

*With 1969, the fiftieth year has passed since R. Eötvös died and has left his work to his disciples and to the second generation of disciples, namely to us. Let us scan briefly over the activity of our Institute, on this half-century anniversary.*

*The construction of our new Central Building\* became practically (and when you read this Report, actually) completed. A high-capacity electronic computer-center MINSK-32 is under assembly, promising a great advance in our data-processing, interpretation and instrumental activity. In digital instrument-development the stage has been reached, when its success can hardly be doubted. And while thus laying the foundations of the future, the present is not neglected either. Our field work is mainly directed to hydrocarbons and bauxite, but the rest of the mining industry is, nevertheless, more or less served. Hydrogeological and civil engineering exploration, though recently only, have grown among our most important activities. Our crustal investigations deliver, from year to year, internationally acknowledged results which, together with other earth-physical research, connect the ELGI into the international geophysical network.*

*A number of bi- and multilateral cooperation contracts support our efforts. The contractors are mainly COMECON members, but the western trend is likewise developing from year to year. Our experts are staying, through UNESCO, in developing countries.*

*The investigations of the ELGI cover a considerable part of the domain of geophysics, from engineering geophysics to crustal investigations ; from scintillation well-logging to seismic digital instrument-development.*

*This situation has evolved spontaneously. No vacuum can, however, be left. Any challenge finds us ready, be it a Mongolian water exploration or bauxite-prospecting in the Transdanubian Range.*

*It is a matter of fact, that our attention would sometimes be dissipated and it would be completely impossible to meet the demands if we did not have the background of a team of experienced crew and the support of the partners.*

\* New address: Budapest, XIV., Columbus u. 17—23.

Postal address: Budapest 70, POB 35



*The National Oil and Gas Trust is to be mentioned here in the first place, for this renowned organization cares for us like for their own. Mining industry, Water Supply Management, physical and electronic institutions are likewise traditional partners. And last but not least, the Central Board of Geology renders every effort to support our expanding research and to get a due role to geophysics in geological exploration.*

*Our connections to the manufacturing background (GAMMA Optical Works) and to foreign trading organizations are developing year by year.*

★

*This Annual Report differs, in many essential respects, from its predecessors. First of all, it is not intended to tire the reader with the complete series of our themes. Integrate activities, theme-groups, are going to be demonstrated instead; critically, however. It means that the history, economical, social and scientific factors responsible for the development of the theme-groups are going to be analysed, and the stage of work attained will be indicated in every case. Poor or no results deserve no fine wording, only a stereotype statement: no progress. In connected theme-groups (e.g. airborne magnetic survey—the exploration of the Nyír region; well-logging activity—well-logging instrumentation) mutual reference guides the reader.*

*The maps of this Report are, by their scale and cartographic accuracy, suitable to plan further investigations or to locate drilling sites as well. Even magnified, they are more reliable than the usual blue-prints.*

*Answering several foreign approaches, also English and Russian translations are enclosed: another reason for treating the individual themes more economically.*

*The rest is left to the volume to speak for itself.*

THE MANAGEMENT

# 1 GEOPHYSICAL PROSPECTING FOR MINERAL DEPOSITS





## 11 INTEGRATE GEOPHYSICAL SURVEY IN THE NYIRSÉG (NYIR REGION; NORTHEASTERN HUNGARY)

The *Nyír* region is one of the most delicate parts of the Hungarian basin. Here, namely, the usual simple basin-model (solid Preaustrian basin-floor covered by clastic Neogene) is complicated by an Upper-Cretaceous—Paleogene series inbetween, and by an extraordinary thickness (mostly exceeding 1 km) of Miocene volcanic formations. Penetrating downward: a few hundred Levantine is underlain by a relatively thin Pannonian, the Lower Pannonian sometimes missing. The entire Pliocene is 2 km thick at most. Miocene — as mentioned — is represented mainly by volcanites, consisting of rhyolite-andesite pyroclastics and, to a lesser degree, of lavas. For the time being, it is unknown if the Miocene *volcanic* series is underlain by a Miocene *sedimentary* complex thick enough to promise CH prospects. Drillings have, so far, penetrated the Upper-Cretaceous—Paleogene complex without bottoming it out. Accordingly, nothing is known about the stratigraphical and petrological character of the Preaustrian basin-floor (the surface which started subsiding after the Austrian movements). Tectonically, it is possible that the floor is either metamorphosed Paleozoic, or Triassic, both drilled farther off.

The *Nyír* region is regarded as of third order in CH prospects. Its reliable qualification just depends on a Miocene of sufficient thickness (or on a random favourable Mesozoic or flysch-block, for that matter). The factors enumerated set the task and raise the difficulties for geophysics. Namely, to get information from under the volcanic series, one has to traverse it. The problem is not settled by tracing the basin-floor, for between it and the top of the volcanic series numerous configurations of volcanic and sedimentary rocks may occur.

It was only reasonable to approach this problem-complex in an integrate manner, and indeed in this way have our contracted explorations been carried out in these three years (the contractor: The National Oil and Gas Trust; henceforth: NOGT, for short). The aim, at first, was to obtain geological information, for even methodological research is tested by geological facts.

But the difficult area enhanced the methodological character in every method applied anyway. In the reconnaissance stage, certain results were obtained and the individual methods worked their way up to their limits. The most complete information and a

wide range of problems were given by the seismic method. By the way, our investigations don't aim at a complete survey, but only at a preparation of the methodology for the routine-work of the NOGT's seismic parties.

Consequently, in 1970 the integrate and geological character of this work changes into a seismic methodological concentration.

In the year reported, 1969, however, the integrate survey went on a full scale. The following report will show it, sometimes even retrospectively, for we have to touch back to previous years (the new trilingual edition requires a brief analytic summary of past activity, especially with regard to methods withdrawn).

The area of the 1969 year's activity proper is situated on the L-34-VIII and IX Gauss-Krüger map sheets, bordered by localities Nyírlugos, Szakoly, Nyírbátor, Aporliget and the frontier. It is shown in Fig 2 (seismic profiles on the  $\Delta T$  map; page 17). Gravity and geoelectric networks are omitted for they were of an even enough distribution and, in the proper passages, they will numerically be denoted.

Gravity measurements were carried out with a Sharpe-197 gravimeter, on 1852 stations distributed over an area of 1180 km<sup>2</sup>. Two kinds of networks were applied: a square-grid of 500 × 500 m, and another of about 1 km × 1 km, as even as possible but following the highways. The national Bouguer-anomaly map (1 : 200 000) was, in fact, at hand but being based on a relatively loose torsion-balance network, it was considered as unsatisfactory for secondary interpretation.

Secondary interpretation was badly needed to complete the meagre informations of the rest of the methods or to decide in simple "yes or no" problems. The maximum at Kisvárdá e.g. can equally be caused by a *horst* in the floor or by a lateral density-change in the same. The minimum at Nagyecsed can equally be caused by a lesser density in either the basin-floor or in the overburden. Both anomalies are rather far off from the project-area proper, still they suppress, distort the deep-seated anomalies of it. The filtering of these long-wave regionals is obvious. Filtering requires a special weight-function and filter-matrices, i.e. denser network.

The methodological lessons of this procedure are described in Chapter 21, but it is worth mentioning right here that this modern method yielded nothing more than the traditional ones (circular averages) did. In fact, the areal loss in filtering is greater, therefore the traditional residual anomaly map is shown in Fig. 3; page 17). Besides, the new Bouguer anomaly map differs from the old one only slightly; quantitatively the difference varies in a range of  $\pm 1.5$  mgal altogether.

The fact, that the residual anomalies have been indicated equally by every procedure applied, means that they carry genuine geological information; by no means are they pseudo-anomalies caused by some innate error of some of the procedures.



A parallel of the aforementioned Bouguer-map, the national *magnetic*  $\Delta Z$  anomaly map, had likewise stood at disposal when the work started. Its information-content, however, was considered as insufficient, just because of the extraordinary quantity of volcanic masses. For this reason, between 1966 and 1968, detailed  $\Delta Z$  and  $\Delta H$  profile-measurements and three-level aeromagnetic ( $\Delta T$ ) measurements were carried out in order to determine the shape and depth of magnetic bodies.

Bodies we got plenty, but of doubtful geological significance, for it has of yore been known that the majority of volcanic rocks is acidic. Besides, the interpretation of the three-level flights raised serious methodological problems.

A multi-level survey is, in fact, an upward continuation in the field. The calculated and the measured higher-level maps scarcely differ. The gist of the problem is that the parameters (depth, width, susceptibility) are altitude-dependent. The higher the altitude is, the more the body-surface seems elevated. This phenomenon can be explained by a vertical succession of horizontally extending, flat bodies only.

Some of the anomaly-curves allow a discrimination, but, as a matter of fact, no general methodology is at disposal for the time being. Anyway, it is a considerable achievement that the autocracy of the usual body-image (downward infinite vertical or oblique prism) has been overthrown. And by no means are we contended that any mathematical games of a composite calculation would ever increase geological information — at least here. The methodological aspects of this question are somewhat detailed in Chapter 21.

*Geoelectric* survey was expected to yield quantitative floor-depth data. Additional information (e.g. lateral changes in geoelectric parameters of the basin-fill) is usually not neglected either.

As a matter of fact, the traditional TE-DE combination offered nil about the basin-floor. In 1969, a near-evenly distributed net of 255 TE stations and 15 DE stations on three profiles were negotiated. It soon became clear that area-values didn't correlate with floor-topography. Besides, a 30–60% period-dependence has been observed.

The geological pattern of the region is known only approximately. Thus no  $\varrho_{\infty}$  map, areally and geologically unambiguous (and referring possibly to the basin-floor) could be compiled. A  $\varrho_{\infty}$  horizon map, nevertheless, had been made, but when comparing it to refraction profile NoR-1, it was found to follow the Miocene—flysch contact (or some nearby horizon) and was, in general, in correlation with the seismic horizon of 4200–4800 m/s velocity.

This seismic horizon is, however, not the Preaustrian basin-floor, and even the correlation with it is random, for positive  $\Delta T$  anomalies push the  $\varrho_{\infty}$  horizon well above the seismic one. The  $\varrho_{\infty}$  horizon, on the other hand, always runs under the lowermost continuous reflecting boundary.

These factors contributed to stopping the TE-DE complex. Instead MTS and experimental EMT (method of the build-up of the electromagnetic field) are going to be applied to traverse the basin-fill (including volcanic masses, too). These two methods got



an experimental application in 1969 already. Their results suggest that on a considerable area, between the basin-floor (lowermost refractor) and the  $\rho_{\infty}$  horizon of the DC measurements, a low-resistivity complex is situated, thinning eastwardly to pinch out in the end.

This, however, is the top geological information, for, at present, even the methodological results of these methods cannot be correctly sized up.

From 1970 on, these experiments will be continued and the results (if any) will be reported later.

It is a matter of fact that MTS curves, between  $T=20-60$  sec, show an inflexion-point produceable by three geological configurations, as well.

Reliable discrimination could be made by a full-period impedance-ellipse only. Such an analytic interpretation requires, however, digital recording and computer processing of data. For the time being MTS curves can be interpreted with the aid of DE data only. This perhaps allows a limited "survival" for DE in the Nyír region.

As a matter of fact, the efforts just analysed closed up a period of the geoelectric survey. The direct geoelectric basin-floor exploration should obviously be abandoned. Depending on the results of the aforementioned experiments, geoelectric lateral parameter-variations are to be traced instead, by closely spaced network and frequent correlation with well-logs. This way, if nothing else, the sudden lateral lithological changes can, at least qualitatively, be indicated.

The top-concentration in the Nyír region, has ever been on the seismic method. The efficiency of this method was hitherto hindered by shortcomings in the field-outfittings. For this reason the following items will contain rather poor deep-structural information and they are not significant methodologically either.

In the publication-year of this Report, 1970, however, a far better outfit and a considerable experience are at disposal. Moreover, the seismic digital field equipment under construction is going to be applied to improve the quality of data.

In planning the 1969 seismic (reflexion and refraction) survey, consideration was given to the reconnaissance reflexion and (chiefly) refraction work (1958-1963) of the NOGT. The ELGI's program started, in fact, in 1968, with experiments at BoR-14 and BoR-3b crossing. In 1969 a concentrated activity was going on in a 160 km long reflexion and 62,5 km long refraction profile-network (Fig. 2; page 17). As referred to in the introduction of this chapter, the methodological character came into the foreground. E.g. by and by reflexion field methodology has been changed to CDP compositing (stacking), and in refraction-work exclusively tape recording was applied.

Ground-roll analysis has shown that the wave-length of surface-waves was between 16-52 m. The problem of ground-roll appeared in its hardest form around Nyírlugos. Suppressing them required shot-point and seismometer grouping. Velocity-determination (Dix-system) was likewise made, but at random. The velocity-function obtained this way is regarded as an approximate one, liable to gradual completing.

Parameters of simple continuous profiling (No-1, No-7): shot-point spacing 300 m; seismometer-spacing 25 m. Optimum shot-depth was found between 15–26 m. Exclusively linear groups, 5 m spaced 10 seismometers each, were applied. A linear shot-point arrangement of 3–5 holes substantially improved the quality of the material. Charge-weight varied between 26–50 kg.

The variable-area sections offer, up to 1,5 sec, a rather acceptable image of the inner structure of the young sedimentary (Pliocene) complex. After 1,5 sec no continuous horizon could be traced; diffractions and other phenomena of wave-dispersion became dominant.

To improve the results, this was the time to change to threefold and sixfold stacking. It was experienced that with a seismometer-spacing of 40–50 m, with an in-line shotpoint offset of 450 m, multiples could be attenuated sufficiently enough. In consequence of the long offset, the average charge-weight was 50 kg. The seismometer-stock allowed to afford groups of tens only. The observed values were, by applying an averaging variety of the indicatrix methods, reduced to a datum level +100 m. After dynamic correction the material was processed on the French computer-center CS-621 of the NOGT.

The isochrone map (Fig. 4; page 19) as well, as the variable area sections testify for a "good" area, to a certain depth.

The deepest reflexion is clear-cut and continuous (Figs. 5 and 6; pages 19, 21). This horizon is supposed to represent the Pannonian bottom or Miocene (volcanic) top. From under this horizon weak, uncertain or diffracted resp. reflected-refracted waves could be obtained only.

This suggests that merely a slight energy penetrates the Miocene top, and even that is reflected with an unfavourable signal-to-noise ratio. The threefold stacking didn't prove to be sufficient, and here and there even seismometer-spacing had to be shortened to obtain fair correlation. By increasing the coverage and the number of seismometers, further improvement is expected.

Refraction survey was made, in order to densify the old BoR network, along a single profile of 62,5 km length. Several horizons refracted, but the waves from higher horizons are of nearly identical velocity, they are apt to interfere and to die soon away. They are bad energy-carriers, tracing them with refraction would need uneconomical charges. These horizons are targets for reflexion. Not so the lowermost refractor; its velocity is between 5400 and 6000 m/s, and raises no energy-problem. Reasonably this can be traced with refraction, and the only reliable geophysical information from under the volcanic complex can be obtained from this horizon anyway (Fig. 7; page 22).

The survey just described represents the first steps in a program on a challenging but very "bad" area. No completeness is, consequently, at present claimed by this report.

Reflexion seismograph can, by all means, promisingly be applied as deep as the Pannonian bottom. A correlation of the meagre network is demonstrated by the isochrone-map in Fig. 4. (page 19). The extreme isochrones, 0,8–1,5 sec, correspond



to 800 m and 2000 m depth, respectively. The map reveals the shape of the Pannonian basin. The highest elevation of the Miocene top is in the nearness of deep-drillings around Nyírlugos, its deepest depression lies to the south of Hodász. A small relative height at Gebe is worth of attention (Fig. 6; page 21).

On the areas of magnetic anomalies, reflexion sections sometimes show, queerly enough, signs of structural disturbances (e.g. Fig. 5; page 20; the left side of section No-69/8a). A counter-proof is revealed by section 8b in Fig. 6 (page 21). The latter namely traverses no anomalies. No conclusion is, however, ventured, for, as referred to in the introduction, magnetic body and volcanites cannot be bound together with an equation-mark. The majority of volcanites is, namely, acidic. By no means should one conclude to gaps, "windows" among the random anomalies. The decision is suspended until a detailed network will be at disposal. The correlation between magnetic and seismic phenomena, as well, as the way of correlation between the Pannonian and Miocene (volcanic) thickness, will be much clearer.

To widen the sub-Miocene random information, well-applied up-to-date procedures and signal-to-noise ratio improving arrangements will have to be used.

The present refraction-network allows no map about the high-velocity refractor (basin floor).

A few words about the residual anomaly map of Fig. 3 (page 17). Its colours and contours together, don't represent the contour-sketch of a well-defined stratigraphical horizon. Actually, they better represent a geological map of a buried hill of heterogeneous composition.

It is rather known that the more basic a volcanic rock, the denser it is. Accordingly the partial correlation between magnetic bodies and gravity residual anomalies is not surprising at all. And not only this single way of correlation can be thought of: the "volcanic" residual anomaly can be enhanced by a basin-floor *horst* underneath; and a *horst* in itself can cause a residual anomaly after all.

The really important geological information about the *Nyír* region is a matter of future investigations. The near-future will, evidently, favour the seismic method. As soon, however, as methodology will be "tamed", geological purposes will catch our attention again. Much is expected from a parameter-drilling, the location of which is strived at, and is thought partly to have been rendered easier by this report.



## 12 INTEGRATE GEOPHYSICAL PROSPECTING IN THE TRANSDANUBIAN RANGE

A reconnaissance survey of the marginal areas of the Range started in 1966. Since then the project has gradually increased both in volume and in the diversity of methods, in accordance with the diversifying tasks of bauxite- and lignite-prospecting.

The routine-work usually begins with a 1 : 50 000 mapping, selecting basin - floor areas shallower than 300-400 m. The starting-phase consists of gravimetric, magnetic and geoelectric measurements; later, seismic refraction takes the ground.

The result of geophysical prospecting is the delimitation of one or more structural units (horsts) in favourable depth, thus guiding exploratory drilling. Such prospecting must be made in close cooperation with the geological, drilling and mining establishments.

The methodological results will be discussed in the *Geophysical Transactions*.

The actual work was carried out as described hereafter.

On the *W margin of the Bakony Mts.*, Tertiary-covered Mesozoic (mainly Triassic) is supposed to lie in the depth. Bauxite-chances are in connection with Eocene-covered Triassic. The task of prospecting is to delineate these areas and to determine the Triassic depth at the same time, the bauxite deposits being situated in the *dolinas* of the latter; and the Lower Eocene lignite-deposits, being of *basal* type, are likewise closely settled on, and in geometrical connection with, the Triassic surface.

A serious problem is, however, raised by the Eocene limestone, being of similar seismic velocity itself as the Triassic carbonates. Another problem is the "screening" effect of surface basalt sheets and Miocene limestones. Both yield difficult equivalent curves of *KH* or *HA* type. For seismics, the rugged terrain of the basalt-sheets makes more trouble than "screening".

The gravimetric-geoelectric reconnaissance survey is demonstrated in Fig. 8 (page 27).

The *Csatka basin* (Fig. 9; page 29) is bordered and underlain by Triassic dolomite and limestone. Geophysically, an insignificant magnetic body and gravitational anticorrelation (between basin-floor and Bouguer-anomaly trend) are characteristic of the area. Geologically it is characterized by strong faulting, the throw being sometimes as high as 300 m, easy to investigate with geophysical methods. Bauxite-prospects are connected to marginal terraces. Seismic refraction (both in-line and broadside shooting) and geoelectric potential-mapping were carried out to trace the basin-floor and the Eocene top, respectively. Where geoelectric and seismic horizons come close to each other, bauxite deposits (if any) are apt to taper, in fact, to pinch out.

On the *NW margin of the Bakony Mts.* the 1 : 50 000 reconnaissance survey was finished in 1968. The final interpretation, supported by drilling-data obtained since, is demonstrated in Fig. 10 (page 31). The  $T_2$ -indicated area as well as the T-indicated one, if carbonate, promise bauxite-prospects.

The *SW marginal basin* of the *Buda Mts.* is bordered on the *W* and *S* by large fault-lines throwing the Triassic carbonate basin-floor to a depth of several hundred ms.

The depth contour sketch is shown in Fig. 11 (page 33). In the interior of the basin the average depth determined by seismic and geoelectric survey is 100 m. The topography of the basin-floor is reflected by the geoelectric cross-section *Ve-34*.

A serious methodological problem has been raised by the weathered Triassic dolomite, dropping its velocity below 3000 m/s. The seismic refracting horizon runs well below the stratigraphical Triassic boundary, in fact on the intact dolomite surface. Geoelectrically the real dolomite-surface can be traced. Should the covering formation contain Middle Oligocene sandstone and/or Upper Miocene limestone, the Triassic dolomite is "screened" from geoelectric penetration, both being of a resistivity of abt. 1000 ohmm. Fortunately enough, on such places seismics is suitable to trace the stratigraphical Triassic dolomite surface.

In the *NW foreground of the Vértes Mts.*, a single regional profile (Fig. 12; page 35) was finished in 1969. A horizon of 4000 m/s velocity, coinciding with the geoelectric  $\rho_{\infty}$  horizon, indicates an extraordinarily massive horst in the basin-floor. Its local depressions may equally represent Eocene limestone remnants protecting the underlying bauxite-deposits, and simple empty dolinas. As regards to the depth (450 m), the eventual ore-bodies are anyhow close to the lower limit of mineability.

In the *Nyírád-Devecser basin* no geophysical prospecting was made in 1969. The last survey had been finished in 1967, reported in our Annual Report 1967 (pp. 81–92), illustrated by a colour contour map of 1 : 50 000 scale. The results of the suggested drillings (Fig. 13; page 37) verified the geophysical “forecast” even in details. The error of depth-determination proved to be 5% in average, with a single exception (44%). The prospects of the area are not very promising. A *SW* trend seems to be worth of further efforts.

The *direct bauxite-prospecting in the vicinity of Sümeg* (Fig. 14; page 39) strived to indicate the dolinas of the Mesozoic carbonates (consisting here of younger members, e.g. Upper Cretaceous limestone, too). The reconnaissance survey has been carried out by applying potential-mapping, resulting in a linear-conductivity (*S*) map. The anomalies were examined with shallow VES to separate small Triassic depressions from lateral conductivity variations. The favourable sites were traced by shallow refraction measurements. The phenomenon of weathered dolomite revealed itself again on the *SW* part of the area. Fig. 14 (page 39) indicates the bauxite prospects of the region.

In the *Halimba-Kabhegy region* the ELGI first tried to trace the bauxite-containing dolinas in 1968 (Annual Report 1968). Several drillings have since checked up the geophysical results. All of them verified the “forecasted” parameters; more than half of them hit pay-horizons. Anyway, drillings could be concentrated on the best quarter of the project area.

In the vicinity of *Csákkberény-Söréd* the only task was to exclude areas of basin-floor deeper than 300 m. The faults throwing the target-horizon below the pay-depth had been determined, and drilling was concentrated on the most favourable areas, verifying the geophysically determined depth (50–150 m) within 15% range of error in average.



### 13 INTEGRATE GEOPHYSICAL PROSPECTING FOR ORES IN THE BÖRZSÖNY MOUNTAINS

The volcanic mountains of Hungary with regards to their inner structure have earlier been classified as, in fact, basins (*Annals of the ELGI, Vol. II*). Consequently, if in a volcanic mountain, the metallogenic processes connected to volcanic activity are to be traced, the problem can be approached on two "scales".

One of these scales is tectonic reconnaissance. Before locating the most favourable zones of metallogenic processes, the structural features which may have influenced their chances, must be known. Such a reconnaissance type exploration usually involves first an analysis of the existing national gravimetric and geomagnetic maps of a scale of 1 : 200 000 (which is really 1 : 100 000 as to the accuracy) and the application of seismic (mainly refraction) survey for tracing the basin-floor. This "scale" includes the regional exploration of the structure of the covering complex (if necessary), hardly differing, both in method-combination and in the degree of detailing, from basin-floor exploration. Here, however, also reflexion survey, electric survey and a certain detailing of gravimetric and magnetic surveys may have a role.

When the other scale, namely the direct tracing of possible ore-bodies, comes into the foreground, the depth and mineability of the expected bodies should be kept in mind. The extension of our known ore-deposits is slight. Therefore, for a direct tracing, i.e. for mapping local patches, the so-called micro-gravity and micro-magnetic methods as well as the shallow and medium depth geoelectric procedures (IP, loop, SP, VES) are applied.

Of course, these two exploration concepts cannot sharply be separated, since every carbonate-type basin-floor (under volcanic mountains) may be ore-promising. Consequently, if the basin-floor traced by refraction seismics ascends to an exploitable level, the structural exploration, started as a reconnaissance type one, obviously changes scale and becomes a detailing one.

It follows from the above-said, that the area of the two kinds of exploration are not necessarily the same in the same year.

These views have guided our integrate survey going on in the Börzsöny Mountains since 1965.

In 1969, in the eastern foreground of the mountains the depth, morphology and structure of the basin-floor were explored with seismic refraction. The results, together with the line-network, are shown in Fig. 15 (page 43). In the same figure, also the zones of different basin-floor velocities are indicated, for we try to find an answer to the question: where lies the boundary between Paleozoic and Mesozoic, in the deep? It is assumed that zones with a velocity of 5200–5400 m/s may be identified as Paleozoic formations (see the *Diósjenő* boreholes). On the S part of the area, the basin-floor with a velocity of 5900–6000 m/s indicates Triassic carbonates (boreholes at *Felsőpetény* and *Romhány*; the outcrop at *Romhány*). The 6000 m/s zone, established under the mountain and on the margins, is similarly considered as Triassic carbonate.

The parts of positively Mesozoic, resp. Paleozoic basin-floor are separated by a zone of varying velocity strips (5600 — 4600 — 5200 m/s). These boundary velocities are characteristic neither of the Paleozoic nor of the Mesozoic. Comparing the seismic data to the magnetic anomaly pattern, the contact between the 6000 m/s zone and a magnetic anomaly, indicates the NW limit of the Mesozoic. We assume, namely, of the magnetic anomaly, that it represents an amphibolitic belt of the crystalline basement. The magnetic anomaly may have, of course, another explanation (e.g. indicating a Mesozoic subvolcanite), but the above-mentioned picture is the most probable one.

The Mesozoic (Triassic) basin-floor emerges, on the W end of profile BÖR-5 to a level of —300 m. The attention is called to the ore-prospecting importance of this circumstance.

On the SE part of the area, the basin-floor plunges to —800 m. Immediately over it, a horizon of 4000–4500 m/s velocity appears, interpreted as Paleogene.

The vertical distribution of seismic velocities on this area is shown in Fig. 16 (page 43).

Detailing geomagnetic, gravimetric and SP-measurements were made in 1969 for the exploration of the structure of the covering complex (Fig. 17; page 44). The resulting maps have been interpreted as follows.

In interpretation, we had to take the fact into consideration, that the depth of penetration of IP-measurements (see later), which are most important as regards ore-prospecting, is about 150–200 m. Therefore, in order to attain a finer interpretation of the Bouguer anomalies, a filter, enhancing the short-wavelength anomalies corresponding to the depth in question, has been applied. The choice of filter-band was limited by the fact that the small near-surface effects fall into the correction range ("noise level") of the measurements. In Fig. 18 (page 45), a residual anomaly map enhancing the anomalies of wavelengths between 450 and 900 m, is shown.

The geomagnetic and SP anomaly maps are suitable for direct geological conclusions. As to magnetic characteristics, the area can be divided into two different parts: one with confused (mainly positive) anomalies and another, a quiet one, nearly void of anomalies. The first type is characteristic mainly of areas with pyroxene-andesites, the other — of areas with acidic volcanites and pyroclastics.

The explanation of positive residual gravitational anomalies: higher density, lava type pyroxene andesite intruded into or over the lower density pyroclastics; or a density



contrast related to subvolcanic intrusions; finally, a simple density change within the andesite.

Comparing the residual gravity anomalies to the geomagnetic anomaly map, certain residual anomalies are correlating with low-frequency and high-amplitude magnetic anomalies. On such areas, the first alternative is probable. Where the residual anomaly pattern is free of magnetic anomalies, the second alternative is suggested. Where, finally, the residual anomalies correlate with low-amplitude relative magnetic anomaly ranges, the third variant comes into the foreground.

The areas of the first and of the third group: *Kishideghegy*, *Bányapuszta*, *Pintérbérc*, etc. The area of the second group lies to the *S* of the former, on the area of the known subvolcanic intrusion.

All these have served as reconnaissance exploration for the direct ore-prospecting geoelectric methods.

The direct, detailed ore-prospecting consisted of surface geoelectric resistivity-measurements and of IP-measurements. With the first ones, the lava facies and the low-resistivity masses inside — with the latter the scattered IP anomalies around the *Rózsahegy* and the *Kishideghegy*, were tried to be delineated.

The resistivity survey yielded several, different kinds of isoohm maps. On the map prepared with an electrode-spacing  $AB=640$  m (Fig. 19; page 46), the maxima of 150–350 ohmm strike *SW-NE*, with minimum belts lying inbetween. As a consequence of the extremely rugged topography, a clear and unambiguous delimitation of these belts is difficult.

Vertical electrical soundings were made, with an average station-density of 100 m, along profiles. The results are shown in Figs. 20 and 21 (pages 47, 48). In Profile V, a high-resistivity, apparently lava facies is covered by a gradually thickening pyroclastic cover. The upper 20–25 m part of the latter shows a higher resistivity, assumably on account of its being dry. The resistivity of lavatic andesite is between 160 and 1250 ohmm; the higher its position, the higher its resistivity is. There are four sections in the profiles, where vertically delimited, low (48–112 ohmm) resistivity intra-andesite masses could be detected. On the IP anomaly map (Fig. 22; page 49), the area of  $\eta > 2.5\%$  anomaly is broadening towards *N*. The high anomalies are usually striking *NNE*; but several irregularly situated anomalies can be observed, too.

Relatively high IP-anomalies can be produced also by low-percentage sulphidic ores, if the veiny ore-dispersions form a sufficiently dense net.

If the boundaries of the aforementioned low-resistivity masses within the andesite are projected to the surface, a system of strips extending to 2–2.5 km, striking *SSW-NNE*, is obtained. The highest IP-anomalies can be found over these belts.

The results of the surveys reported, form a system of logically consistent data, mutually completing each other. The low-resistivity zones, causing the positive gravitational anomalies, may indicate extended faults striking *SSW-NNE*: such faults, along which the rocks have been saturated by the uprising hydrothermal solutions in a 100–150 m



wide zone. The IP-anomalies on the same places refer to the fact that this process has probably produced sulphidic ores.

A few data indicate a metallogeny, if any, to have come into existence in the last phase of the volcanic activity.

A possibility of metalliferous carbonate basin-floor is not beyond reason, therefore we consider the determination of the carbonate basin-floor as an important result and repeatedly call the attention to its elevated part, a further exploration of which is planned for 1970.

Our future plans are determined by the present results. Here we must cope with two essential problems, being rather of research-policy nature. One of these is to make the area of geophysical exploration overlap with the area of geological mapping as soon as possible (the ELGI started its surveys earlier, according to the geological concept then valid, in the present, better known area). The other problem is, whether we should proceed with the very slow microgravimetric survey (the aeromagnetic survey of the area is finished already) or we should carry out a loose-network IP-survey for the orientation of the detailed ore-prospecting IP-measurements. These two problems are interconnected and have their economic sides, too. The gravimetric survey is very economical, but if the rate of progress were determined by this method, the present area of geological mapping would be caught up with, in five years from now only.

## 14 INTEGRATE ENGINEERING-GEOPHYSICAL AND HYDROGEOPHYSICAL EXPLORATION

This activity of the ELGI considerably broadened in 1969. Within 31 such themes, the geophysical needs of hydrological institutions, civil engineering planning enterprises, mines, engineering geology and explosives' industry have been satisfied with economical results. Exploration extended to the location of thermal and karst-water drilling sites, selection of optimum site of regional water works based on nearsurface aquifers, calculation of reserves of quarries, vibration and pressure measurements. The Institute took its share in the hydrogeophysical development activity of the UNESCO.

Some examples of this work are given in the following.

### *Location of thermal-water and karst-water drilling sites*

This kind of geophysical operations can be divided into two main types: exploration of tectonically disturbed areas, unknown as to their hydrogeological model; and the so-called "security geophysical survey", where the aquifer is relatively well-known, only depth-problems should be solved. As to the costs of such exploration: in the first case they amount to as much as 15–20% of the drilling costs; in the second, to about 5–10%. If a geophysical exploration brings results for one drilling out of ten, its costs are, in fact, saved.

The deep hydrogeological conditions around Kőszeg are extremely unfavourable. The Paleozoic rocks (slate, mica schist, etc.) of the Kőszeg Mountains to the *W* of the town are not suitable for the storage of large quantities of water. Near the town, the Paleozoic forms a terrace in a depth of abt. 100 m; here, water cannot be drawn even from the Pannonian cover formations. Drilling (*F*) was suggested on the thrown-down side of the fault zone indicated by the detailed geophysical cross-section shown in Fig. 23 (page 50). The depth of the Paleozoic has been determined as 610 m ( $\pm 15\%$ ). Drinking water can be expected in the lowest horizons of the covering beds. Since the geophysical

parameters of the basin floor show a change along the fault zone, even the possibility of carbonate Paleozoic on the downthrown side, eventually with ascending thermal water, is not excluded.

In the neighbourhood of *Szentendre*, a tectonic graben has been detected by the geophysical survey, in the Mesozoic (Triassic) basin floor, descending along stepwise faults (Fig. 24; page 51). Through the faults, Miocene andesites reached the surface, or stuck beneath it. In the location of the drilling planned for the water supply of the summer resort on the Papsziget island, the greatest problem was to avoid thick andesites and still to find a fault line, since chances of hitting thermal water are best in such places. For drilling, fault zones *A* and *B* were suggested. The risks of the variations indicated (F-1 and F-11) are not the same (actually, variation F-11 has been accepted).

Sometimes the expenditure forecast itself is uncertain. A preliminary informative survey (gravimetric survey and a few geoelectric soundings), however, can help. This requires usually one or two days at most and may be suitable, besides planning, to clear up the general possibilities of drilling and a rough estimate of the drilling costs.

An example of this is presented in the district of *Pápa*, where a borehole proved to be unproductive, although the other boreholes yielded water. The gravitational depth map (Fig. 25; page 52) approximately shows the deepening of the Cretaceous limestone containing karst-water, between Tapolcafé and *Pápa*. At the same time it calls the attention to a fault line or facies change in the Cretaceous basin-floor.

A few data about the efficiency of our hydrogeophysical surveys:

The depth of the basin floor was determined, as verified in the boreholes drilled so far, with an average accuracy of  $\pm 9\%$ .

The drilling in the garden of the Episcopal Palace in Vác yields 2500 l water per minute, with a temperature of 29°C; the well on the site of the Tungram swimming pools at Újpest has a yield of 1400 l/min with 23°C; the borehole drilled at Balatonmárfürdő gives 420 l water of 32°C per minute. The water-yield of the well at Törökbalint is under test; according to a preliminary information, it has a yield of 860 l/min with a temperature of 24°C.

### *Preliminary geophysical exploration to locate water works*

A high-capacity water work is planned for the water supply of Szombathely and surroundings, to be planted on the gravel terrace of the Rába river. For the determination of optimum sites, geophysical exploration started in 1968, in close cooperation with hydrological and drilling exploration.

The geophysical exploration goes on in two subsequent stages. In the course of the first, *reconnaissance*, stage, the river valley is explored by a relatively loose network of



geoelectric sounding. The aim is to locate extended aquiferous gravel-sand formations, further to prove if the nearsurface aquifers have a protective cover, and to estimate the water supply. On the areas appointed as favourable, test wells are drilled, furnishing data about the structure of aquifers, chemical constitution of the water, and about the expectable water yield.

In the *detailing* stage, favourable parts are surveyed with a dense network (50–250 m), usually with seismic refraction and geoelectric sounding. Thus, maps on the horizontal and vertical extension of aquiferous terrace-formations, indicating the best sites, including the thickness of the layer protecting the aquifer against pollution, are prepared.

The map in Fig. 26 (page 55) shows every essential feature of the complex explored; among them, the structural line along the Rába river, to the *W* of which the nearsurface formations turn clayey, and a deeper Pannonian aquifer begins.

The quantity of water obtainable from the Rába-terrace is considerable (15–20 000 m<sup>3</sup>/day), but for long range planning insufficient. In order to clear up further perspectives, Pannonian aquifers around Perint, Vép-Ikervár and Felsőcsatár have been sought for. The first results are promising, but since the survey is still going on, final results will be presented in the Annual Report 1970.

### *Prospecting for building materials*

In the volumetry of useful rock reserves of stone-quarries, geophysical prospecting is growing in importance, on account of its swiftness and high horizontal resolution power. After the experiences gathered in basalt, andesite, granite quarries and clay-pits (Annual Report 1968; pp. 64–68), the employment of geoelectric surveys in limestone quarries will be discussed now.

Two major tasks lend themselves to solution: the determination of the unproductive cover thickness, and the tracing of fault zones (usually filled up with dirt) bordering the useful rock body, with geoelectric exploration.

For example the survey in the limestone-quarry of Dorog will be mentioned. As a result of this survey, a cover-thickness map (Fig. 27; page 55) has been prepared. With its aid, and test-drillings permitting, the limits of economical mining operations including waste-planning, can be pointed out.

In 1969, partly the engineering-geophysical mapping in accordance with the engineering-geological activity of the Hungarian Geological Institute was continued on the Great Hungarian Plain and along the Lake Balaton, partly similar investigations were carried out in the township Eger.

On the Great Plain shallow geoelectric mapping ended on the 1 : 50 000 sheet L-34-17-C.

On the lakeside of the Balaton, mapping was finished in the Keszthely basin, in the Tapolca basin and around Füzfő. As an example, the results obtained at Füzfő are mentioned (Fig. 28; page 57).

The basin-floor, where covered, shows, according to geophysical parameters, three different zones: assumably Lower Triassic consisting mainly of marls, Permian-Triassic sandstone and Old Paleozoic. The depth of the basin-floor varies between 80 and 120 m. The basin sediments can be geoelectrically divided into two layers: a sandy Upper Pannonian and a clayey-marly Lower Pannonian underneath, in all probability.

In Eger, the topography of the nearsurface rhyolite-tuff and the area of its weathered parts have been determined with geoelectric and seismic survey in connection with the planning of the site of a residential district.

Similarly in Eger, experimental investigations were made for the detection of underground caverns. A study including the results of gravimetric, geoelectric and seismic measurements, further electric, radiological and seismic well-logging has stated that a reasonable detection of caverns requires the size and the depth of them to be of the same order. Also the geophysical "transillumination" between boreholes is worth mentioning. An example for this is shown in Fig. 29 (page 58).

#### *Vibration- and pressure-measurements*

Measurement of vibrations and pressures continued in 1969. This kind of work included, e.g., the recording of mechanical vibrations and pressure processes in the pipeline-system of a gas plant at Berekfürdő. The vibrations were measured with a 20 cps natural frequency Polish-made seismometer (type GF-9-B); recording was made with a Japanese-made YOKOGAWA UV-recorder with 1 Kcps galvanometers. The pressures were measured with a diaphragm-cell. The equipment is equally suitable for recording rapid and slow pressure-variations.



The UNESCO held the expert-conference of the *International Association of Hydrogeologists (IAH)* for 1969, in Budapest, doing great honour and acknowledgement to Hungarian hydrological authorities and organizations. The theme of the conference was: *Expert meeting on the cooperative role of hydrogeology and geophysics in ground-water exploration*. The technical organization of the Conference was jointly made by the Hydrological Research Institute, Water-drilling Company, and the present Institute. On the conference, eight papers were presented, showing the related achievements in France, the German Federal Republic, Hungary, Italy, Yugoslavia, the Netherlands, the Soviet-Union, and in the USA. In the discussions 40 experts of 18 countries, including developing countries, took part.

In the course of a two-day field demonstration, the following instruments were presented: from the GFR, the DC geoelectric instrument and the fall-weight-system telemetric seismic equipment (Fig. 30; page 60) of the *Bundesanstalt für Bodenforschung* (Hannover); the gamma and neutron-gamma well-logging equipment of the *Prakla; GmbH*; the M 400 type truck-mounted rig of the *August Göttker Erben GmbH*. (Wathlingen); from USA-side, the portable radiological well-logging equipment of the *Wellreconnaissance IMC* (Dallas); from Hungarian side, the automatic AC geoelectric equipment (Fig. 31; page 61), engineering-seismic refraction and tape-recording seismic reflexion equipments, further the portable electric-radiological well-logging apparatus of the *ELGI*. All instruments were shown in operation.

Among the field demonstrations in Visegrád, on the Szentendre Island and at Csákvár, the latter was the most important one. It illustrated, how long a time is needed for up-to-date geophysical-drilling exploration to prove a karstwater-bearing rock in unknown depth. The surface geophysical survey required altogether two hours. With the different equipments, the depth of the Triassic dolomite basin-floor has been determined, independently of each other, as follows:

seismic (GFR):	160 m
seismic (Hungary):	154 m
geoelectric (GFR):	146 m
geoelectric (Hungary):	138 m

The German drilling equipment drilled 160 m in 8 hours. The drilling hit fragmented dolomite in 142 m and fresh dolomite in 148 m. Radiological well-logging needed another hour.

★

The related reports and *IAH* studies can be found in the *Archives* of the *ELGI*.



In 1969, similarly to the previous years, ELGI was engaged in non-integrate prospectings, too, i.e. in such ones which are either isolated, individual (e.g. network-completing) measurements, or the companion methods are applied by another organization.

The *national  $\Delta Z$  map 1 : 200 000* is just in press. Its anomaly-groups of interest are, nevertheless, *detailed* year by year. The detailing profiles are either *ground-profiles*, measured with *Fanselau* magnetometers ( $\Delta Z$ ,  $\Delta H$ ), or *airborne ones* ( $\Delta T$ ) measured with Soviet-made flux-gate and home-made proton-precession magnetometers. The purpose of the measurements is, usually, to determine the spatial arrangement of the *magnetic bodies*, by calculations. It is thought, namely, that anomalies in themselves cannot yield all possible informations expected from the magnetic method. A great deal of measurements, together with theoretical considerations, however, contributed to the conclusion that such calculations have very limited applicability in Hungary, and, in all probability, in the entire Carpathian Basin. In fact, the bodies are horizontal neutral volcanic slabs, repeatedly occurring in the log, interrupted by sedimentary complexes. Stratigraphically they belong to subsequent generations but they are not representative of their stratigraphical environment either. Miocene volcanism, e.g., contains no basic components, scarce neutral ones, and the overwhelming majority is acidic.

Hence, the reported activity will greatly be reduced in future and unnecessary details are spared even now.

It is, however, worth mentioning that  $\Delta Z$  and  $\Delta H$  measurements were carried out in *Jazygia* (in Central Hungary) and in the *Cserhát Mts.* (Northern Volcanic Range);  $\Delta T$  measurements were flown in the *Börzsöny Mts.*, (*ibid.*) and in the *Nyír* region (Northeastern Hungary), where the basin-fill consists mainly of volcanic rocks (tuffs, lavas, ignimbrites).

The *Cserhát* measurements have been planned to complete the simultaneous geological mapping. Accordingly, no results are going to be published here; instead, we join the 1 : 25 000 *Cserhát* map-series of the *Geological Institute*. It must, however, be understood

that out of the several kinds of neutral andesites, pyroxene-andesites only proved to be magnetic.

The  $\Delta T$  results of the *Börzsöny Mts.* have been utilized in the corresponding Chapter 13. The  $\Delta T$  map of the *Nyír* flight is published in Chapter 11. The latter deserves some comment because of its methodological lessons. The indications obtained from multi-levelled flights suggested multiple (vertically repeated) bodies. A model-test and theoretical calculations verified the indication. This was the first reason to throw our previous ideas, influenced by downward infinite vertical or oblique bodies, overboard. The second reason was the alarming result of paleomagnetic investigations (see there), showing an overwhelming majority of remanent magnetization in the magnetic volcanic bodies. Consequently, what we really strived at, was to determine the lower boundary of at least one of the magnetic horizons (possibly Neogene). With a certain degree of reliability it can be stated that the lower boundary of Neogene magnetic volcanism is 2500–3000 m deep almost everywhere in the *Nyír* region. Exceptionally, through combined seismic and magnetic interpretation, even the eruption-centre is thought to have been determined.

An example for *network-completing* measurements is the *reconnaissance gravimeter survey* in Central Hungary. Even now there are some small patches in our country, where a loose torsion-balance network is at disposal altogether. Such areas are the aforementioned *Jazygia*, the *Nyír* region, and some small patches in the Lowlands (Danube–Tisza interfluve). In order to get an even and uniform gravimeter-network (if for nothing else, for *geodetical* considerations), in 1969 the densification of the network started in the mentioned regions. In round figures, 3000 km<sup>2</sup> were re-surveyed with a network-density of 1 station/km<sup>2</sup> (in the theme *geodetical gravimetry*, organizational and basic activities, punch-card storage and cosmic measurements were put into execution).

Two programs of the *miscellaneous* activities get a somewhat detailed discussion. The one is the *geolectric survey in Southeastern Hungary*; the other is the *logging of Fiscal Drillings*.

In SE Hungary an area of 2000 km<sup>2</sup> was covered mostly with telluric method (TE) and dipole-equatorial (DE) soundings. Beside this, combined DE and magnetotelluric profiling (MTP), further experimental *transient* measurements (*method of the build-up of the electromagnetic field*) were carried out.

The task, as usual, was tracing and geologically interpreting the  $\rho_{\infty}$  horizon.

The assumed rough geological model of the area is a deep crystalline basement serving as fundament (floor) of the basin, and the covering Neogene basin-fill.

The geolectric results are the following.

The *telluric* end-product is the isoarea map (Fig. 32; brown lines; page 67). The presented one contains the in 1969 DE-covered 1968 part, too. The entire map, especially its eastern half, shows strong disturbances.



DE soundings strived to determine the average resistivity of the basin-fill. Sounding-stations were located in view of the isoarea map to possibly exclude structural disturbances.

1. Where  $A^{-1} < 1,3$ , clear *H* type curves were obtained, as a rule, with a horizontally slightly ( $\pm 30\%$ ) varying  $\rho_s$  near to the unit in value.

2. Where  $A^{-1} \geq 2$ , the fundament lies usually buried very deep, clear *A* type curves were obtained. In the vicinity of *Békéscsaba*  $AB=20$  km proved to be insufficient to allow penetration down to the  $\rho_\infty$  horizon. *S* values had to be calculated from MTP data. Thus interpreting the DE results, another key-horizon could be determined, growing to importance when encountering curves of the next type.

3. Areas of "medium size"  $A^{-1}$  values yielded *crypto-A* type curves. Neglecting (because unknown) the second key-horizon, an error of 30–40% would have been introduced.

The geoelectric model of the depression in question is demonstrated by Fig. 33 (page 68), but it is only fair to doubt the identity of the  $\rho_\infty$  horizon, when very deep, with the Preaustrian fundament (the fundament started subsiding just after the *Austrian* movements).

The end-product of DE-soundings, the isoohm map, is presented in Fig. 32 (page 67) in blue overprinting. The map contains the last year's DE coverage, too, for recent (*A* type) interpretation considerably changed the pattern. The average resistivity of the conductor-formation (basin-fill?) is high in the deep depression, while it decreases by half on the margins.

The result of MTS, MTP and transient methods will be comprised in special methodological reports (or, theoretically, in the *Geophysical Transactions*, for that matter). At present, these methods are still far from the stage of correctly sizing them up.

The combined end-product: the contour-map of the  $\rho_\infty$  horizon (Fig. 34; page 69) shows, in the center, a very deep ( $H > 8000$  m!), broad depression of NW–SE strike. Local elevations are assumed to have importance in CH prospecting.

The geological interpretation of the  $\rho_\infty$  horizon can reliably made exclusively on the *Pusztaföldvár–Battonya* elevation. Drillings testify to its identity with the *Preaustrian fundament* (basin-floor). The extraordinary depth in the center, i.e. such an extraordinary thickness of Neogene sediments is beyond our wits. To imagine the Preaustrian fundament to have subsided that deep, would mean, with regard to the nearby outcrop of the *Bihar Mts.*, a partly buried hill of *Mount Everest* size. The  $\rho_\infty$  horizon must obviously plunge below the Preaustrian fundament (which consists, obviously, of Preaustrian clastic, sedimentary formations).

On the northern reaches of the area reported, the coverage is telluric only. Several maxima show up on the isoarea map (see Fig. 32; page 67), inviting DE-finishing next year. The check-up of the the  $\rho_\infty$  horizon is a seismic task, but beyond the ELGI's reach.



The other somewhat detailed item is the *well-logging of Fiscal Drillings*. This work, as usual, included methodological activity and served as a field test-base for new equipments turned out by our well-logging laboratory (see Chapter 24).

The *field activity* was concentrated mainly on boreholes for sulphidic ores in the *Mátra* Mts. and on the *Transdanubian Range*. In the *Mátra* Mts. the earlier loggings were repeated with advanced techniques and interpretation, aiming at a better facies- and metallogenic correlation. In the *Transdanubian Range* no pay horizons were penetrated; lithological analysis, the filling up of the gaps of coring, and technical information were, what we could offer.

The *methodological work* included, among others, selective gamma-gamma tests. The new technique mainly meant scintillation logging. The real purpose was to shorten the probe to reduce density effect and increase the system's sensitivity for heavy elements. Energy-selective measurements were planned to trace individual elements.

To detect sulphidic ores and bauxite, neutron-activation analysis was applied to trace the excited Al and Cu isotopes. Actually, the Compton-peak of the Al surpassed that of the Cu. This is an advantage when detecting bauxite, but positively disadvantage when sulphidic ores are at hand (Figs. 35, 36; page 69). It is a matter of fact that this was the first energy-selective logging in our country.

In 1969 the two-parameter neutron-selective probe was already applied in a routine way, in different (water, ore, etc.) boreholes. What we really made in 1969, was the resolving-power test of neutron-neutron probe and, besides, porosity-logging. The latter utilized the test curves of our model-well. Neutron-neutron logging is superior to neutron-gamma, in resolving power. A new surface unit, equipped with zero-point shift and amplifier, substantially increased the dynamics of neutron-logging, rendering the curves open to closer study. The resolving-power of neutron-neutron curves is in connection with the hole-diameter, for the simple reason that larger-diameter holes contain more water (hydrogene). It is obvious that a water-saturated porous medium behaves the same way. The correction coefficient was adapted from literature. Epithermal neutron curves are commensurable with resistivity-logs. In the *Mátra* Mts. neutron-neutron logging was a success in tracing fractured or clay horizons.

In the meantime *field tests* of our home-made scintillation and GM counter type equipments (for one and two parameters) were duly executed.

Some shallow loggings completed our year's turnover: logging in the holes of a limestone-quarry, cavity test, water-exploration, etc.

## 2 METHODOLOGICAL AND INSTRUMENTAL INVESTIGATIONS





A world-wide practice of geophysical exploration has testified that an up-to-date integrate survey (based on several physical parameters) cannot dispense with, mainly in its reconnaissance phase, gravitational and magnetic parameters. They are needed, if for nothing else, to orientate the more expensive methods of higher resolving power (e.g. the seismic method).

Gravity and magnetic methods, nowadays, don't stop at simply producing anomaly-maps, but, through secondary interpretation, strive to render as much geological information as possible.

Such endeavours carry the danger of a formalistic approach. Secondary interpretation can, in such cases, degenerate into abstract mathematical games. Some examples: computation of residual-anomalies where the very same anomaly may be produced by several different configurations of the geological pattern; or calculation of magnetic bodies, assuming a downwards infinite, oblique body of induced magnetization, where nearly horizontal, lenticular (magnetic volcanic) masses of predominantly remanent magnetization exist; and so on.

Our *theoretical* considerations are strongly antiformalistic, and search, mainly, for the theoretical limits of body-calculations (Stomfai, 1971: An analysis of the unambiguity of gravitational and magnetic body-calculations; Geophysical Transactions, XX, 1-4; *in press*). These theoretical investigations are based on the most up-to-date mathematical apparatus. Our electronic computer is going to enable us to select the proper, non-formalistic solution or combination of solutions, if any.

The *practical* approach in 1969 was the following.

A program for the upward continuation of *aeromagnetic* ( $\Delta T$ ) anomalies was prepared and theoretically model-tested. Experiments and calculations equally contributed in proving the data of a 20 H  $\times$  20 H square to be sufficient in case of altitude  $H$ , sampling by  $H$ 's. An anomaly below 200 gamma is subject to a maximum error of 5 gamma, but

even 2 H altitude doesn't raise the error above 8–10 gamma. Greater errors are caused by sudden anomaly-changes.

The procedure underwent a test in the Nyírség (Nyír region; Northeastern Hungary) through a three-levelled — 50, 550, 1050 m — flight (flight-spacing 500 m). Having sampled in the profiles, no interpolations were needed. Difference-maps were prepared, averaging not at zero, but, according to the datum level, between –15 and –35 gamma. The deviation from the mean value remains below 15 gamma on the half of the area, and rises to 30 gamma on 1% of the area altogether. The reason of deviations is still disputed.

On this experimental area 6000 data were drawn into the calculations and 3300 upward "continued" values obtained, in a plotted form. The running-time of such a calculation, including the punching of results, is abt. 25 min.

The second derivatives of  $\Delta T$  anomalies were approached with two programs.

The first one covers all lines and columns of a square-grid. This program scans bodies buried approximately as deep as the grid-spacing, only.

The second one makes a selective derivation: it draws every  $k$ -th point of a densely sampled map into the computation. Thus, differently deep bodies can be traced without differently spaced repeated samplings.

To attain a better simulation of the magnetic interbeddings of the basin-fill, another program was made, suitable to calculate the combined effect of several parallelepipeds of homogeneous magnetization. This program was utilized for upward-continuation model-experiments, for the check-up of antithetically magnetized body-pattern, and for second-derivative model experiments.

The *gravity*-effect of a three-dimensional model can be approached in two ways: with slicing into rectangular prisms, resp. into cylinder-sections.

In the first way, the program precalculated and stored the effects of cylinder ring sections of different radii and equal ( $d=50$  m) thickness. The condition for the radii was that no grid-points should have fallen on the ring-edges. This kind of calculation is quick, precise and it is applicable for two- and multilayered gravity models. The calculation was successfully applied in the etalon-area *Nagylengyel*.

Gravitational secondary interpretation is a linear transformation, as a rule. The same refers to the so-called "filtering". It offers the advantage, as compared to other procedures, that it renders the arbitrary selecting, neglecting, resp. enhancing of different "waves" of the gravity map, possible. The well-known weight function of Meskó (1967: Gravity interpretation and information theory II. Smoothing and computation of regionals. *Annales Univ. Sc. Bud. R.E. Sectio Geol. Tom. X.* 1966) is suitable to filter regional anomalies of different frequencies. The rest of the anomalies can, this way, be derived.

Some of the matrices of the aforementioned function, were applied to different geological models.

In the *Hortobágy*-area (Northeastern Hungary), the low-frequency wave was to be detached. In consequence of the size of the necessary matrix the area of the result-map shrank as compared to that of the original. Besides, the residual-anomaly map obtained corresponds well with the earlier, traditional one, where the information-loss is lesser.

In the surroundings of *Halimba* (Transdanubian bauxite region) the enhancing of high-frequency waves, characteristic of bauxite dolinas, was in mind. A matrix of reduced size was applied, with a slighter loss of information. Filtering, however, sustained errors and "noises" of similar frequencies, if it didn't enhance them.

In spite of routine-application, filter-formulas need, in fact, model test. This, however, presupposes the computer program of three-dimensional calculation to have been prepared.

The determination of different frequency waves and of the limit-frequency, is rather arbitrary. Having made use of both data-complexes just mentioned, a program was set up for Fourier analysis of Bouguer anomaly maps. To step further, Fourier synthesis and the periodicalization of the anomaly have to be performed.

A program was prepared and set into operation in the engineering exploration, for computing the  $\Delta g$  effect of fault-models of predetermined parameters. The nomograms are not yet published for technical reasons.

About the theoretical results of the three-dimensional body-calculation a paper is *in press* (Zilahi-Sebess, 1971: Calculation of three-dimensional  $\Delta g$  effect. *Geophysical Transactions* XX. 1-4.).



It is a well-known fact that the territory of Hungary forms a part of a considerably deep Upper Cretaceous-Tertiary basin (Carpathian basin) showing, apart from its size, numerous geological-geophysical peculiarities.

Our methodological and instrument-development has tried to comply, more or less knowingly, with this circumstance. From geoelectric view, this means that the main efforts shifted from the usual shallow application of these methods to deep exploration. The qualitative and quantitative results of geoelectric measurements in the exploration of deep basins furnish more than simple gravimetric mapping does. On the other hand, geoelectric exploration requires much less expenditure than seismic surveys do.

Recently, however, our deep geoelectric exploration has been confronted with certain peculiar problems. One of these has arisen in the so-called *Nyír* region (North-eastern Hungary), proven to be impenetrable for the usual geoelectric exploration complex (TE and DE). Another major problem is, essentially, an exploration policy motive: an increasing demand for shallow and medium depth survey in Mongolia, in the embayments of the Transdanubian Range, and elsewhere. Accordingly, our field activity, instrument-development and methodological research tend to "rise" again to shallow and medium depth regions.

Since, however, deep basins continue to exist, and since in the Soviet-Union several novel (e.g. *transient*) procedures have been developed for purposes of deep exploration, our activity in methodological development similarly aims, making use of the foreign instrumental background, at their adaptation to the peculiar conditions prevailing in the Hungarian basin.

Part of our geoelectric methodological development activity is not included in this chapter, being "hidden" in Chapter 1. The reason for this is that our methodological group would not be able to cope with all the adaptation problems. Some methods (*potential mapping, build-up of the electric field, magnetotelluric sounding, induced potential*) must be put to trial in routine field work. These are mentioned in their proper places: the *Nyír* region, Transdanubian Range, etc.

The methods used, the instrument-types involved, and the Hungarian or foreign

institutions developing or producing the latters have been published in tabulated form in the Hungarian periodical *Földtani Kutatás* (No. 3-4, 1969, Vol. XII; Erkel-Kovács).

This chapter is restricted to the specially and exclusively development-character activity displayed in 1969. Both of the following reports reflect the efforts partly to provide shallow and medium depth exploration with as good instruments as possible, partly to open a possibility for automatization and computer techniques to conquer geoelectric exploration too.

As to the promotion of the theme *Development of automatically computing universal AC instruments*, two results are to be mentoined. One of these is the construction and field test of the *resistivitymeter GE-60*, the other is the discernement of the problems arisen in connection with the *equipment of the type GE-50*.

The *equipment GE-60* has been constructed without any essential alteration of the basic principles of the *GE* group, by increasing the *output* of the supply unit and the *sensitivity* of the measuring amplifier. In accordance with the higher output, also the control unit had to be modified. The internal batteries of the instrument provide a maximum output current of 25 mA, thus any external supply is unnecessary. The sensitivity increase of the measuring amplifier has been made possible by the fact that we succeeded in bringing the noise level below 0,5 microvolts through special selectivity-increasing higher capacitances and lower resistances. According to our experience the amplifier-noise can further be diminished by employing an integrated-circuitry amplifier.

The main problem concerning the instrument *GE-50* was a sudden increase of the measuring error as soon as the current electrode spacing exceeded 400-600 m, in the function of  $\rho$ . Under laboratory conditions, this leakage-type error never appeared. An unfavourable accumulation of errors of other type (e.g. nonlinearity of helipots, etc). may further have increased the sum error.

Finally, investigations in the field as well as in laboratory led to the conclusion that the leakage depends on the distribution of ground resistance between the electrodes and on the output voltage. It has been revealed that the simple insulating resistances should be changed to parallel RC impedances. The leakage impedances, namely, form a bridge-system with the earthing resistance of electrodes. If this bridge is not compensated, a noise-like voltage difference appears between some of its individual points. According to our calculations, the insulation impedance must be raised at least to  $10^7$  ohm. On the other hand, the capacity of the input transformer must be accordingly diminished to less than 25 pF. With the aid of a new type of screening (coil), further of a moisture-repellent insulation, the capacity of the input transformer was lowered from 200 pF to 27 pF, and thus the problem has been substantially reduced as far as the aforementioned electrode-spacing is involved.



The problem, however, remains unsolved at  $AB=800$  m. This is a world-wide problem in AC systems, arising from a complex of eddy-currents, skin-effect, polarization and capacitance-like effects. While problems at present, they may as well become parameters in future.

Another important theme of this group is the *Improvement of the geoelectric interpretation*, by striving mainly for the automatization of geoelectric data processing and interpretation.

Resistivity measurements (VES) amount, presently, to about 70% of the geoelectric activity of the ELGI. For this reason, computer processing of VES-curves is mainly held in view. The results obtained in this theme are, however, intended to be utilized in every geoelectric procedure, yielding similar curves. Such are: *magnetotelluric* and *artificial frequency sounding*, the *method of build-up of the electric field*, *induced potential measurements* and the *method of potential-field differences*.

In computer processing, the greatest difficulty is raised by the equivalent curves. In 1969, computer analysis was made in order to clear up the equivalence relations of several hundred  $H_\infty$  type curves. The width of the equivalence range proved to be larger than expected.

In case of  $H_\infty$  type curves, it is usual to calculate (in international literature) with the simple equivalence relation of  $S_2/S_1$ . According to our analysis, however, these functions are more complicated. In certain sub-types, this may cause an error of 10–30% in depth-determination. Numerous exploration areas (in Hungary and Mongolia) exist, where exactly these curves are frequent. For this very reason, we had to tackle this problem. In the end, a procedure has been developed offering a direct interpretation of equivalent curves.

Several thousands of varieties have been put through the computer; the results are summed up in two relatively simple nomograms, applicable in field-work too.

In solving families of three-layer and multilayer curves, such requirements were raised which could no more be satisfied by the program prepared in 1968, although field-work required numerous three-layer, moreover: four- and five-layer curve families. This led to the preparation of a new program, suitable for calculation of entire curve families and for their automatic plotting (with Graphomat). This way, curve-families can be obtained with an accuracy of  $\pm 1\%$ , ready for printing (Fig. 37; page 79).

The program picks up relatively few points, and the rest of the function is interpolated. The interpolation is made through third order polynom sections, where, as a sub-condition, the matching has to be continuous in the derivatives too.

The data prepared in this way are punched on the tape of the Graphomat plotter. The program provides that the curves shall not be made confuse by converging near the origo of the coordinate-system.

In our experience, computer analysis ensures a much greater resolving power than manual processing does. Presently, however, this advantage cannot be fully utilized



because of the relatively high ( $\pm 3-5\%$ ) noise level of the curves. The advantages of computer processing will really be manifest only when the problem of lowering the noise level will have been solved (high-sensitivity recording and digital compositing).

Within this theme also the processing of magnetotelluric data has been treated. This work is, however, not reported now, since, on account of the related instrument-development problems, it cannot be regarded as finished.

It is worth mentioning that a program, for the determination of the magnetotelluric impedance-ellipse by smoothing, has likewise been prepared.

This same theme-group includes the *Improvement of the multichannel magnetotelluric recorder* theme, too. This, however, will not be treated in this report, since no essential progress was made in 1969.

★

The details of geoelectric methodological and instrument-development: specifications, parameters, programs, families of curves, etc. can be found in the technical reports, resp. *theme-sheets* kept in the *Archives* of the ELGI. The problems of computer interpretation are discussed in detail in a paper published in the *Geophysical Transactions* (Zilahi-Sebess—Kőrös: Computer processing and representation of multi-layer geoelectric sounding curves—Vol. XX, No. 1-4; *in press*).

## 231 SEISMIC DIGITAL INSTRUMENT DEVELOPMENT

Seismic digital development is the greatest instrumental program of the ELGI. In 1969 it reached the stage of being timely to elucidate its background, implications and aspects.

In instrumental development several factors have to be envisaged. The standard should obviously be the technical peak, but the local circumstances must likewise be taken into consideration, meaning not only the objective geological setting, but the similarly objective financial and supply questions, too.

In digital development, nowadays, the geophysical industry of the United States represents the standard. And for good reason, since beside a highly developed base-industry, its "good", easily accessible territories have already been thoroughly explored. The digital way is a necessity; the bulk of data from various kinds of compositing from "bad" areas and from the very quick off-shore prospectings, the special high-level mathematics arising from both, require electronic computers. Up-to-date *computers* "think" in *digits*.

As soon as a "virgin" region, easy to investigate, gets within the reach of the oil-boom, the superiority of the digital way may become disputable, because simple tasks can be tackled by analog procedures as well.

Digital seismic equipment without a wide dynamic range is a nonsense. The wide dynamic range raises the costs; shallow and easy structures cannot fully utilize the doubtless advantages, although sometimes even such structures may take the prospector by surprise.

And here is the gist of our own problem. The overwhelming majority of our territory is a "bad" seismic terrain. Our hydrocarbon-traps, with a single (medium size) exception, rank within the "small" ones, according to international standards. And last but not least: the exploration of deep ( $>4$  km) depressions, where wide dynamic range and modern processing are *indispensable* (cost or no cost), is just at hand.

The present field-base of our digital instrumental activity is the very "bad" *Nyír* region (Chapter 11). It means that methodological and instrumental development are closely connected, and both are cultivated on behalf of a better efficiency of future explorations.

There may, of course, arise the question: what about purchasing, instead of the hard way of developing? The question cannot simply be waved aside, but the present foreign currency situation discourages a simple renewal of instrumentation, from import.

Consequently no financial objection can be made against a "homespun" digital developing activity. Moreover, it promises some rentability, even if a short series has to bear the burden of development-costs, as it frequently happens in geophysics anyway.

One might add that the electronic industry of Hungary is rather developed, and we can avail ourselves of international cooperations: thus the background of this theme-group is thought to be elucidated sufficiently.

The ELGI, being a research institute, is working on *themes*. In the earlier Annual Reports seismic digital development was distributed among such chapters, which carried the names of the part-activities (themes) in the work. In this Report a concise, uniform picture will be given about this important theme-group. The reader is supposed to be acquainted with the basic ideas and with the past of the *individual units* (italics-printed).

In this theme-group in 1969 the following results were achieved.

### *Mini-center and periphery*

The complete developing and constructing work of the single-channel *AD converter* was finished. Another ready unit is a *coupling unit*, suitable to feed digitized data into the computer MINSK-2 and to *print* the processed data. The complete documentation and a prototype specimen have been put at the disposal of the GAMMA Optical Works as serial model.

The experimental processing of FM analog field-records in the *mini-center* was restricted to simple continuous profiles. The planned central control failed to work, therefore feeding of digital records into the mini-center will take place in 1970, in an improved way, however.

The lag was partly caused by the unforeseen preliminary operations in connection with the *computer-center* (MINSK-32) under construction.

In the meantime a universal *geophysical coupling unit* was decided upon (construction: 1970). This unit will be independent from, but can be connected to the *mini-center*, and to the computer MINSK-32 as well. It will contain, among others, the *24-channel AD converter*.

This device produces, from analog field records, digital magnetic tapes of format identical with digital records. The mini-center should, consequently, be suitable to receive digital magnetic tapes. The advantage lies in the fact that the digital magnetic



tape simultaneously presents all the seismic analog channels in time-multiplex system, thus, when processing in the mini-center, no timing difficulties arise.

Making alterations in the old printer, a more up-to-date *line-printer* was designed, adjustable to the Central Control Unit.

One of the units of the mini-center is the *convolver*. Revising its development aspects, with the aid of VNIIG (Moscow), it was found that the present existing unit deserves no further efforts.

### *Development of seismic digital field equipment*

The achievements of 1968 resulted in two international cooperational contracts, for developing *seismic digital field equipment*. In future the contracts will determine the developing project. Certain administrative delay somewhat retarded the work; on the other hand it gave impetus to a home-contracted developing-program: the *universal seismic digital field equipment*.

There were some pre-contract experimental units (not encouraged for developing by the contracts) at disposal. Fitting them to other parts designed for this special purpose, and mounting the assembled apparatus into a jeep, an experimental arrangement was set into action and tested in the field for several months.

In these experimental measurements a special *binary amplifier* prototype was adapted. The development of a new one, designed with integrated circuits, stopped short because of shortcomings in the integrated-circuit supply. In fact, it was not hastened either, envisaging another specification in the impending contracts.

The *office play-back unit* was likewise affected by the general redesigning.

Time-domain recovery proved to be unnecessary. All the rest of the requirements are equally met by the field playback and office playback. Thus they have been drawn together as *field-playback unit*.

Office playback is unnecessary anyway, for its function will be performed by the *universal geophysical coupling unit*.

The *digital tape-recorder* (originally planned as a part of the office-playback), however, was completed to satisfy higher requirements. E.g. a retarded playback (to match the speed of the computer MINSK-2) extends the sphere of application to digital well-logging.

The computer-processing of experimental digital records failed because of differences between program-speed and nominal speed, and in the end, on account of the disassembly (moving) of the computer MINSK-2.

The *digital tape-recorder* (Fig. 38; page 84) was the first unit to have reached the stage of being manufactured. The industrial equipment promises foolproof performance.

For the transitional memory of the mini-center, a variety of digital tape-recorder with untermated loop, was completed.

★

Utilizing the experiences of the previous years, in 1970 developing will go on according to the specification of the above-mentioned contracts.

Some units represent a lower level, but they are easier to complete. Other units need more time but they will have to stand higher demands. With adjusting units a complete experimental system will be finished in 1971.

The home-contracted *universal seismic digital field equipment* will be finished in 1970 and passes over to the contractor, the *Academy of Sciences*. Running it, however, will be our task in the near future. It will be tried if digital recording in crustal investigations raises the quality.

The high-speed electronic computer MINSK-32 is going to be set up in 1970 in the new Central Building. The computer-dependent portion of developing work depends on the schedule of mounting.

## 232 SEISMIC INSTRUMENT DEVELOPMENT FOR SHALLOW EXPLORATION

As referred to in the Foreword we have to face an increasing demand in the civil-engineering and hydrological field. The gist of the problems is not so much the technical task, as the small depth. In fact, exploration for mineral deposits covered by a few meters of overburden, also belongs to this sphere. The way of application is not as diverse as one might think from the variety of tasks. The emphasis is on the shallow exploration and the denotation of the theme will probably change accordingly.

After a few early (1954-55) experiments in this field, this activity had declined and has, only recently, shown the signs of revival. In a few developed countries there are ample traditions in such exploration, meaning a special instrumentation and methodology. Our revival, hinted above, in the beginning meant nothing more than a simple scale-, or better said, size-reduction (shorter profiles, closer geophone-spacing, etc.). By and by, however, we have been developing a specific shallow seismic instrumentation and methodology.

The developing activity at first remained within the sphere of drop-weight (actually, hammer-stroke). Later a digital time-interval gauge has been designed never to become very popular because of its failing to yield dynamic wave characteristics.

Now, the efficiency of hammer-stroke seismics is being increased by electromechanical devices, further, recording is subject to simplification, for in such measurements the travelling photo-labor (the instrument-truck namely) is absent. Under the auspices of such considerations, in 1969 the following progress was made.

The shallow refraction portable equipment Type *Pioneer 2*, has been, utilizing previous experiences, improved with certain changes in circuitry.

Experiments have been carried out to introduce *UV recording* in the *Pioneer 2*. The paper available, however, proved to be insensitive. A suitable quartz-lens is under order.

The *electromechanic pulse-generator* has been improved and tested in acoustic logging. A deficiency of the equipment is the low energy output and that it requires imported (expensive) condensers.

Another specimen of the one-channel digital time-interval gauge Type *Botond III*, has been constructed with solid-state circuitry. The developing of the *Botond*-family is finished.

The electronic circuits of five *radio signal transmitters* (tuned to 1 sec) were completed.

Making use of the material of an old 12 channel equipment, a 12 channel *adapter* suitable also for field correction measurements was produced.

Beside these, industrial vibrations were measured and the data digitized for computer processing.

At the time being, the emphasis is on the *UV recording*, which is essential also in the digital developing work. The future endeavours are directed towards introducing field compositing and tape-recording to shallow seismics.



In the research for improving seismic digital data-processing, some novel procedures were realized in 1969, besides running programs prepared in previous years. The eight-trace punched tapes controlling the correction unit of the seismic "mini-center" were produced by a computer in a routine way. Besides, a new program for the preparation of a multiple-extension correction tape has been developed.

The development of the *digital tape recorder* (Chapter 231) arrived at the phase of being tested on computer. A program has been prepared for feeding the information from the digital tape recorder into the computer, keeping in mind a re-grouping required by an eventual further processing. This program system contains selection of records, demultiplexing and BGC recovery.

*Test* programs for checking the AD-DA converter were similarly prepared (identical bits, sine curves, step sine curves).

By employing the digital seismic auxiliary units and programs, in 1969 the primary processing of the stacking profile *Nyis-68/1* was carried out. The successive steps of processing were:

- input of records to the magnetic tape of the computer with the aid of the AD converter;

- plotting of basic data from the computer;

- application of primary static and dynamic corrections with the aid of the computer;

- test plotting of corrected seismograms;

- determination and application of residual corrections;

- compositing of the channels required (STACKING I) and plotting of the stacked channels;

- rearranging of the information material of seismic channels according to the principle of the "common depth point";

- application of the second residual correction;

- compositing of the proper channels corrected (STACKING II) and plotting of the stacked channels;

- weighted compositing (mixing, with a ratio of 1-2-5-2-1) and plotting (STACKING III).

The procedure is extremely time-consuming and cumbersome. For its purposes, several new programs were prepared: e.g. STACKING (channel-compositing according to a prescribed plan), TG (collecting the information material of the channels for the STACKING program). The programs are automatic, corresponding, as to their system, to a standard seismic program language.

In order to shorten the running time, several new programs were prepared resp. re-made, beside the primary processing discussed. Some examples of these are:

- sub-routine for the calculation of the time-varying filter-operator in a given instant;

program for the determination of the axes of correlograms elaborated for the determination of velocity function corrections;

the *Garotta-Michon* program of the velocity function (slightly altered);

programs for the determination of the attenuation of kinetic wave energy, of the dependence of dominant frequency and amplitude on charge weight, further of the frequency-dependent absorption coefficient.

As it was established in previous years from the running time of seismic programs, the operation speed and storage capacity of the computer MINSK-2, for seismic data processing, is insufficient. For this reason, preparations have been started for the employment of the higher capacity computer MINSK-32, beginning its work in 1970.

★

Detailed specification and technical parameters of the equipments mentioned can be found in the technical reports, resp. *theme-sheets* kept in the *Archives* of the ELGI.

Our partners in well-logging (the NOGT in the first place) need, according to their tasks, certain temperature- and pressure resistant probes. The ELGI has ever been ready to meet such demands.

The task involved is not a simply mechanical one, since, as for circuitry, the factors mentioned do not represent a simple linear increase in duty but they raise some quite special problems.

In 1969, more than 50% of the total capacity of this theme-group was spent on instrument development, and somewhat less than 40% for the improvement of methods. A certain part of the capacity was used for field works. Although some of the latter similarly have a methodological character, they are discussed in Chapter 15, since they show predominantly geological features.

This ratio may seem unfavourable from methodological point of view and indicates a slipshod methodological background of certain instrumental themes.

In the range of very high temperatures (especially with oil-base muds), the greatest problem is represented by too slight changes of the measurable parameters. This is why neutron-detection has been introduced, besides gamma-ray detection, and investigations on the induction logging line have been made.

The requirement of increasing measuring accuracy prescribed the development of various types of scintillation radioactive tools and electronic resistivity-measuring circuits with a high degree of adaptability.

As mentioned in Chapter 231, our CH-bearing areas are rather "bad". In well-logging it is revealed by an almost imperceptible low salt-concentration in some formation-waters.

Deeper boreholes, a continuously increasing mass of data yielded by new methods, automatization and objectivization of interpretation and, what is more, the development of a complex digital logging equipment, all tend to open up the field for computer techniques in well-logging, too.

Our activity up to now, including the actual problems solved in 1969 as follows hereunder, has been determined by these principles and aspects.



One of our most important research-theme has been the construction of a *radioactive well-logging equipment with gas-discharge and semiconductor detectors*. In cooperation with the NOGT, the development of special radioactive logging equipments of high temperature-resistance, started in the previous year, has been continued. As a result, the downhole tool and surface unit (Fig. 39; page 90) of a two-channel logging adapter operating at a temperature of 250°C, is ready.

As to the *surface pulse-processing and control unit*, two linear ratemeters, a pulse-separating calibrating generator, a universal stabilized supply unit and a mains voltage converter have been finished.

A certain progress was made also in the construction of the borehole tool with a temperature-resistance of 270°C. Our further aim is to push the upper temperature limit up to 300°C. The construction of the gamma and neutron tool with a temperature limit of 180°C has been continued.

The *scintillation radioactive equipment* has been further improved (Fig. 40; page 91). One of the most important element in this regard is the small-diameter variety of the downhole tool. The temperature requirements against this tool do not exceed 100°C, allowing the employment of Hungarian-made electronic parts. It is built in a module-system; its diameter is 60 mm. At the same time, its sensitivity is relatively high: 190 cpm/ $\mu$ r/h.

Investigations were made to clear up the question whether the Soviet-made LDMN type scintillators are suitable for our purposes. Our final aim in this regard is, however, the construction of temperature-resistant Hungarian-made neutron-scintillators.

For the improvement of *energy-selective borehole tools*, precision circuits have been designed (for better signal transmission). The increase of the resolving power (10–12%) is limited, however, by the degree of heat-resistance of the photoelectron-multiplier. It was our aim to increase the upper temperature limit to 200°C. The circuitry of the borehole tool is built with transistors, but the scintillation detector required the application of a special heat-insulation. For this purpose, a metal-housed Dewar-bottle seems to be most appropriate. This means, however, an increase of the diameter to 100 mm.

In our theme *Improvement of the spectrum-frequency well-logging equipment*, the circuitry design of the equipment has been given a final shape. The entire complex underwent repeated testing in laboratory and in the field. Logging was made in a number of boreholes. The planned selective system, with downhole electronic circuitry, however, failed to work.

In the programme of the *induction conductivity-logging equipment and procedure*, no reportable progress was made in 1969.

The *acoustic logging equipment* bought in the GDR in 1968 passed the experimental stage in 1969 and has served for efficient measurements in the field of velocity logging, cement-bond logging and porosity determinations. Data obtained with this equipment have been used also by seismic methodological development for the preparation of synthetic records.

In the programme *Calibration of radioactive well-logging equipments and neutron modelling* the calibration of borehole tools constructed, as mentioned above, has been continued, and correction diagrams were prepared.

Endeavours were made for a theoretical and practical elaboration of neutron-logging procedures. One of the most essential elements of neutron-neutron logging is a glass-cylinder model, the application parameters of which have been established. The calibration curve of our neutron-gamma calibration measurements has been prepared for a tool-length of 55 cm. The central problem of our investigations in this regard was the establishment of the relation between tool-length, porosity and counting rate.

The *laboratory activation analysis with neutron-generator* is already a routine work in the Institute, relying mostly upon industrial orders. Its principle and methods are known. Special mention is merited by an *automatic bauxite-analyser* (Fig. 41, page 93) designed and built in the Institute. Further experiments were made for the simultaneous determination of tungsten and manganese. In this work computer techniques have been employed.

In cooperation with the NOGT, the research work to increase the sensitivity of Soviet IGN downhole neutron-generators (to adjust them to low salt-concentration), has been continued. A stabile, 5-channel surface control and recording unit was constructed.

No essential progress has been reached in the theme *Computer processing of well-logging data*. Some programmatic schemes have been prepared, e.g. boundary-program, program for porosity calculations from acoustic logs, and for the determination of apparent resistivity of formation water from SP curves.

Our theme *Construction of digital well-logging apparatus* forms the subject of a cooperation with the NOGT and the KFKI (Central Physical Research Institute). In 1969, the specification of the equipment was established. Momentaneously, the equipment is based upon the digital tape recorder reported in Chapter 231.

★

The specification data and technical parameters of the equipments reported here, can be found in the technical reports, resp. *theme-sheets* kept in the *Archives* of the ELGI.





### 3 EARTH-PHYSICAL RESEARCH



## 31 RESEARCH OF THE TEMPORAL VARIATIONS OF TERRESTRIAL FIELDS

A significant and internationally acknowledged activity characterized this theme-group in 1969. The main continuous activity has been the recording in the *Tihany Observatory*. This activity is constantly expanding and covers, nowadays, almost the entire range of geophysics.

The slow variations of the *horizontal* and *vertical* component and of the *declination* of terrestrial magnetism have continuously been recorded.

A *tidal* gravity curve from 2, 1968 to 6, 1969 has been observed and compiled for electronic data-processing. Some instrumental problems were faced and had to be solved, and a special analysis was applied to the records obtained. Experiments have been carried out to automatize gravity recording.

The construction of a *proton-precession magnetometer* (in cooperation with the Geophysical Dept. of the Budapest University) started. The work, however, lags behind schedule, because of our precision workshop constantly working to capacity.

The building of the new *Szarvas Observatory* was completed. The magnetic instruments are made ready for set-up.

*Spherics*-recordings have been carried out likewise in cooperation with the University. Several satisfactory *whistlers* were obtained and analysed with a *Sonagraph*.

Usually we don't stop at the mere recordings, but our data, after processing, are forwarded to users: field-parties and foreign institutions. A form of publication is the series of the *Annals of the Observatory*. Their publications started relatively late. Having liquidated a considerable lag, in 1969 Volume 1964 appeared. Volumes 1965-68 are prepared for press, thus the lag will soon be overtaken.

The recorded data are turned to *earth-physical syntheses* by special analysis. These are published either in periodicals or in the form of lectures. In 1969 e.g. the cause of the *global mass-asymmetry of the Earth* has been investigated through zonal spherical functions.



According to an international agreement, the magnetic normal-field of the country is determined not only by ten years, but, on selected, so-called *secular* stations, also by two years. The latest field-work was accomplished in 1968, in 1969 the final analysis went on.

In international conferences these activities are usually esteemed, and the regular way of data-forwarding is recognized.

An old problem is the cooperation with the observatories of the neighbouring countries. In 1969 an actual *adjusting measurement* took place: people of the Geophysical Institute of the *Ukrainian Acad. of Sciences* carried out *D*, *H* and *T* measurements in Tihany with their own instruments. Our *adjusting measurements* in Kiev are planned to be carried out in 1970.

### 32 PALEOMAGNETIC RESEARCH

Our paleomagnetic research made progress in 1969. Having participated in an international cooperation, a lecture was delivered about the task imposed on us (paleomagnetic examination of rock-samples from the *Polish Central Range*).

Home activity was concentrated on the volcanic mountains of the *Hungarian Northern Range*. It has been stated that magnetization attached to initial activity and paroxysm is positive, while final products are of negative magnetization.

Stratigraphically correlated the *Mátra Mts.* volcanism with that of the *Börzsöny Mts.* it is concluded that paroxysm in the *Börzsöny* just ended, when volcanism in the adjoining *Cserhát Mts.* started, and in the *Mátra Mts.* became ubiquitous.

An essential feature in our research is the determination of the natural remanent magnetization and its Koenigsberger ratio. An antipolarized *remanent* magnetization in the rocks examined is sometimes a high multiple of the present, *induced* magnetization.

This is the link between the research in question and the magnetic interpretation (calculations of magnetic bodies). The new concept in the latter, owes a great deal to paleomagnetic research.

In 1969 this work was done in a Polish–Czechoslovakian–Hungarian cooperation along the international profile No. V. This N–S oriented profile is 320 km long (in round figures), it starts in Poland and, traversing the CSR, enters Hungary at *Hídvégardó*, to end at the *Tisza* river.

During the common work five shotpoints were shot from: Hungary and Poland gave sites to two each, Czechoslovakia to a single one.

The profile traversed a tectonically varying section: it went across the *Carpathians*, the *Low-Tatras* and the *Hungarian Northern Range*. This caused troubles in continuous recording and rendered phase-correlation difficult.

The measurements were carried out with phase-correlation refraction, applying the CPO system. Maximum offset was 150 km.

The first arrivals indicated a horizon of abt. 6000 m/s velocity, with an average depth of 5 km. Because of the rough topography, the apparent velocities (both in first and in later arrivals) are uncertain enough.

Later arrivals could continuously be obtained in short sections only. A 20 km deep horizon of abt. 7000 m/s velocity revealed itself from them. The dashed line on Fig. 42 (page 100) indicates gaps in the arrivals.

Moho-arrivals came with great energy and continuously enough, as a rule. They were, however, later arrivals and exclusively on the Czechoslovakian–Hungarian section (by the way, the discussion of the material with the Polish colleagues has not yet taken place). Time-distance diagrams are sometimes hyperbolically curved, indicating the reflection character of these arrivals. The Moho-velocity, is, calculated from pure refraction-sections similarly to those obtained earlier, 8100 m/s.

Moho-depth on the S part of the profile is 26 km, trends downward in the northern direction: at the border it is 27 km. The large arrival times from the Polish shot-points suggest a thick Carpathian crust: approximately 35–40 km. More accurate determination is subject to an international conference among the interested parties.

### 34 THE REGIONAL GEOPHYSICAL SYNTHESIS OF HUNGARY

From the analysis of slowly varying terrestrial fields, from the regional interpretation of the gravity anomalies of the Carpathian basin, from geothermal, electromagnetic and DSS measurements, the geophysical-tectonical model of the Carpathian basin could be established in 1969. This model disagrees with any previous concepts about the structure and origin of the Carpathians and Carpathian basin, but corresponds rather well with data yielded by the geophysical methods enumerated.

An essential feature of the model is the crustal thickness, namely, the thin crust beneath the basin and the thick crust beneath the Carpathians (the *flysch*-range). The crustal structure reveals the epoch, moreover the synchronous nature, of the origination of the Outer Carpathian *flysch*-zone and the basin. The mechanism of the basin-formation can be figured out, and one is entitled to believe that the Upper Cretaceous (and ever since lasting) subsidence of the basin has been controlled by the effort of the crust to attain isostatic compensation.

All the above-said have been published in English and Russian language, for the 1969 Session of the *Carpatho-Balkan Association* (Budapest). The theme, for the time being, has terminated, and the model will be revised in the possession of a considerable quantity of new material only.



## 4 GEOPHYSICAL EXPLORATION ABROAD



## 41 INTEGRATE HYDROGEOPHYSICAL EXPLORATION IN MONGOLIA

According to a Mongolian-Hungarian agreement, in 1969 two field parties of the geophysical expedition continued their surveys in the arid zones of Mongolia.

The geophysical parties had for a task the location of water wells in such areas, where no preliminary geophysical exploration had taken place, where boreholes were drilled already with or without the benefit of previous geophysical exploration, but they proved to be unproductive (in this case also the causes of the failure of earlier drillings had to be established),

where new boreholes had to be located in order to increase water supply.

Parallel with exploration activity, also the theoretical and practical training of Mongolian technical staff had to be accomplished.

Exploration work was carried out, excepting the gravimeters, with Hungarian-made instruments. Each party was manned by five Hungarian experts. According to the practice of previous years, geoelectric (VES, TE) and gravimetric methods were applied.

The expedition was directed by the Mongolian Water Management, Planning and Research Institute. The direct tasks of the parties and the exploration areas were appointed, the Mongolian technical staff and necessary auxiliary personnel, financial and technical means as well as other facilities, were provided by the same institute.

The exploration area of Party 1 lies in *Uvs* county of Western Mongolia, in the districts of Zavhan and Tsagan-Hairhan villages, where earlier exploration and scattered drillings brought no satisfactory results. Previous to our exploration, numerous non-producing wells of small and medium depth were drilled in both districts.

In the course of the integrate geophysical exploration in 1969, every structure worth mentioning with regard to hydrogeology has been explored in this extended area (Zavhan: 1600 km<sup>2</sup>, Tsagan-Hairhan: 1000 km<sup>2</sup>). In the most promising places drilling sites were located (6 in the Zavhan area and 2 in the Tsagan-Hairhan area).

Both exploration areas lie around the great Western Mongolian lakes, on the mountain slopes surrounding them. The elevation of basins and valleys above sea level varies



between 1000 and 1300 m; the surrounding mountains are 500–1000 m higher. The average annual precipitation is barely over 100 mm; for this reason the mild slopes are covered by a scarce vegetation; they mostly show a sand-covered, semi-desert character.

The mountains surrounding the *Zavhan* exploration area from *S*, *W* and *N* are built up of Old Paleozoic magmatic and metamorphic rocks. This *crystalline basement* forms, at the same time, the *floor* of the local basins.

In the hydrogeologically promising basins, these formations are covered by (generally Quaternary) continental alluvia (gravel, sand, clay, loess) in varying thickness. On the southern part of the area, however, also Neogene sediments (conglomerates, clays, sandstones) occur.

By means of geophysical investigations it has been established that the middle part of the plain surface basin contains an *E–W* striking ridge of the basement, rising nearly to the surface. In the basin part *N* of the ridge, the surface of the basement is strongly featured. Its greatest depth is 350 m. Its rock material consists of a granite of infinite resistivity, further of a volcanic rock of Cambrian origin, with a resistivity of 400–800 ohmm.

In the southern part of the area, the basement is sloping towards *SE*, its surface deepening evenly to a depth of 600 m. In these two separated basins, also the constitution of sedimentary (alluvial) formations is different.

In the *N*, the lower, 200–250 m thick part of the basin sediments shows a resistivity of 60–80 ohmm; its fabric is sandy, clayey. In the upper 100–150 m of the formation, a gravelly, bouldery formation with a resistivity of 150–200 ohmm was found.

In the *S*, the basin floor is covered first by a clay-bed of 6–12 ohmm; merely the uppermost 50–200 m contain some clayey sand of a higher — 35–50 ohmm — resistivity.

The impermeable horizon is represented in the northern part by the high-resistivity basin floor; in the southern part by the surface of the clay-bed. The overburden of the impermeable rocks is a locally satisfactory aquifer. Drilling for water was suggested in such places, where, according to the survey results,

1. a bed suitable for water-bearing exists in a sufficient horizontal and vertical extension;
2. this bed is underlain by an impermeable layer;
3. the water-catchment area is greater than 150 km<sup>2</sup>.

These conditions are fulfilled in three major units. For each of these, 2 boreholes were suggested; a deeper and a shallower one, respectively.

In the *Tsagan–Hairhan* area four independent valley-systems surrounded by 1600–1700 m high mountains, developed. The outcrops separating these consist of unclassified Old Paleozoic and New Paleozoic metamorphic and sedimentary rocks.

On the southern and northern mountain slopes, Quaternary continental sediments (gravel, sand, clay, loess) are deposited.

In this area, a gravimetric survey and geoelectric soundings were carried out. No telluric survey was planned at all, in view of the obvious strong distortion of the telluric field in the relatively narrow valleys.

The shape of the valleys, filled up by young alluvia, is well reflected by the topography. Unfortunately enough, the alluvia in these 5–6 km wide and 10–20 km long valleys are of a strongly varying thickness, attaining even 400–500 m in some places. At the same time, this is the explanation of the failure of earlier, shallow drillings not penetrating the upper, dry, bouldery section of alluvial, resp. sedimentary formations.

The gravimetric survey lent a hand, besides a qualitative indication of depth variations of the basin floor, also in the determination of the rock material of the latter. The interpretation of geoelectric soundings, namely, was hindered by two factors: 1. both the granitic and the limestone type basin floor sections show an infinite resistivity; 2. in one of the valleys, from 180–200 m downwards, a several hundred meter thick layer of 8–10 ohmm was discovered in two geoelectric cross-sections.

In case 1, the granite boundary could be detected by gravimetry, since granite has a lower density than limestone.

In case 2, the thick low resistivity formation has been interpreted, in spite of the gravitational maximum observed, as a good conducting metamorphic formation, since no alluvia could be of such a great thickness.

In this area, 2 drilling points were located, with a predicted maximum depth of 170, resp. 300 m. The clayey-sandy formation of 60–75 ohmm has been regarded as aquifer.



The exploration area of Party 2 was pointed out around the village *Mandal-obo* in the northern part of South Gobi Province. This area of about 2000 km<sup>2</sup> forms a part of the arid zone along the border between Central Gobi and South Gobi Provinces. The exploration of the entire area will last for several years.

Topographically, the region is an uneven plain on both sides of the Onghiin Creek, mildly sloping to the south and bordered, on *NW*, by a mountain range. The northern part of the plain is a prairie-like land; its southern part, a shrubby half-desert with sand-dunes; its southwestern part, an impenetrable sand desert.

The geological constitution and structure of the area is of strongly faulted character.

As the floor of the local basins, the magmatic, metamorphic and sedimentary complex (this latter interwoven, at places, by effusives), extending from Middle Paleozoic to Cretaceous, is regarded. It is overlain by young continental sediments, resp. alluvia.

In the previous years, 3 wells were drilled in this area. They are on record in the MWMPRI as producing wells. In fact, none of them is in operation; this, however, may be due to technical causes as well. Water-supply is provided from dug wells.

According to earlier explorations, two possibilities of finding water are open:



where the basin floor is not deeper than 300 m, water can be had immediately from above the basin floor or from its weathered, fractured upper part;

where the basin floor lies deeper than 300 m, a bed suitable for water-bearing must be sought for, somewhere within the covering sedimentary complex.

The exploration was carried out with gravimetric, telluric methods and geoelectric sounding.

From the gravimetric survey data, Bouguer-anomaly, residual anomaly maps, and *Skeels* contour maps were constructed.

The data of the telluric survey served as basic material for the preparation of an isoarea map and of a chart of axis directions. By these, the morphologic features of the basin floor are reflected qualitatively. The most valuable data for water-prospecting have been furnished by geoelectric soundings. The sections prepared from the results of the VES-survey data give a clear view of the stratification of the covering formations.

In the *NW*-part, being about a fifth of the whole area, it has been possible to draw a full geological section, i.e. to trace the basin floor as the deepest impervious horizon.

In the rest of the area which lies to the *W* of the Ongiin Creek, we could not reach the basin floor.

Where the basin floor was traceable the contour map of this and of the low-resistivity impermeable clay-horizon have been drawn.

The most important results of complex interpretation are:

the basin floor with its morphological features have been established, where it lies in a depth not exceeding 300 m;

the inner structure of the covering formations overlying the basin floor has been determined; where the floor could not be reached, the covering formations were explored down to a depth of 300 m anyway.

According to our investigations, the hydrogeologically favourable areas can be classified in three categories. For each of these, the drilling of an exploratory well (altogether seven) were suggested. These wells are destined to decide, which category should be given preference in the future.



## APPENDIX

The stock of our *Library* amounts to 40 000. The number of books is 12 000, the rest consists of periodicals, translations and microfilms. The services of the *Archives* increased in 1969 by abt. 50% (water-drilling expert's opinions).

Printed matter published: *Geophysical Transactions*, XVIII. 1-2., 3 and 4; *Annual report* 1968; *Observatory Annals* 1963-64; *The Evolution and Crustal Structure of the Carpathian Basin* (special issue, in English and Russian).

Printed map, except the *illustrations* of this Report, in 1969 was not published.

Our Institute, in 1969, joined the *European Association of Earth Science Editors* (EDITER-RA). We are inclined to adopt international standards in our publications.



ГОДОВОЙ ОТЧЕТ ВЕНГЕРСКОГО  
ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА  
ИМ. РОЛАНДА ЭТВЕША ЗА 1969 Г.





## ПРЕДИСЛОВИЕ

*1969 год, отраженный в Годовом отчете и 1970 год, когда Годовой отчет предстает перед читателями, являются, пожалуй, наиболее значительными годами в развитии Венгерского геофизического института.*

*В 1969 г. исполнилось 50 лет со дня смерти Роланда Этвеша. Свою работу он завещал ученикам и их последователям, т. е. нам. Обозрим кратко деятельность Института за прошедшее 50 лет.*

*Строительство центрального здания Института, в основном, (к моменту выпуска Годового отчета) завершено.\* Сооружается вычислительный центр с ЭЦВМ Минск-32 большой мощности, который чрезвычайно ускорит работу по интерпретации данных и разработке аппаратуры. В области разработки цифровой аппаратуры работы дошли до этапа, на котором в ее эффективности уже нельзя сомневаться. И в то время, когда этими современными приборами мы закладываем основы будущего, мы не забываем и о сегодняшнем дне. Наши исследования геологического характера обслуживают, наряду с нефтяной и алюминиевой промышленностью, основную часть горной промышленности ВНР. За последнее время работы в области гидрогеологии и инженерной геологии отнесены к кругу одних из наиболее важных задач Института. Получены значительные и интересные в мировых масштабах результаты в области изучения строения земной коры. Прочие исследования в области физики Земли (напр. наблюдения над медленно изменяющимися силовыми полями Земли) подключают наш Институт к цепи международных геофизических исследований.*

*Работе института способствует значительное количество двух- у многосторонних международных контракторов о сотрудничестве. Такие контракты заключаются, в первую очередь, с партнерами по СЭВ, но имеются связи и с западными учреждениями; кроме этого, наши специалисты работают и в развивающихся странах.*

*Наши исследования охватывают значительную область геофизики: от инженерной геофизики до исследования строения земной коры, от сцинтилляционного каротажа скважин до разработки цифровой аппаратуры.*

\* Наш новый адрес: Budapest XIV. Columbus u. 17-23 Почтовый адрес: Будапешт 70, п.я. 35.

Такое положение предопределено самой жизнью и, поскольку проблемы не могут оставаться нерешенными, с пластичной организацией мы пытаемся приспособливаться к различного рода задачам: будь то монгольская экспедиция или исследование карстовых воронок в Задунайском среднегорье.

Факт, что такая многослойность распыляет наше внимание и выстоять мы можем лишь опираясь на значительное число высоко квалифицированных и не знающих препятствий работников Института, а также на содействие смежных организаций.

Тут на первом месте следует упомянуть Трест нефтяной и газовой промышленности, поскольку эта огромная организация считает своим кровным делом развитие и процветание венгерской геофизики, а также нашего Института. Отрасли горной промышленности, гидрологические организации, научно-исследовательские учреждения в области физики и электроники, также являются традиционными партнерами Института. И, наконец, но не в последнюю очередь, надо отметить, что наш руководящий орган, Центральное геологическое управление, прилагает все усилия к поддержке нашей динамической исследовательской деятельности и укреплению обоснованной роли геофизики в геологоразведочных работах.

С приборостроительным партнером, Оптическим комбинатом «Гамма», предусмотрена программа последующего пятилетнего плана в области разработки и производства приборов. Кроме того, мы стремимся развивать наши связи с соответствующими внешнеторговыми предприятиями.

\*

В некоторых отношениях настоящий годовой отчет различается от предыдущих. Существенным его элементом является то, что мы не заставляем читателя скучать над отдельными описаниями многочисленных тем. Логически близкие проблемы собраны по тематическим группам, но — и в этом проявляется новый элемент — опубликованы они с критическим толкованием. Это значит, что освещаются история возникновения тематической группы; экономические, общественные и научно-политические факторы, обусловившие ее появление, с указанием достигнутого при этом уровня развития. А по темам, по которым не достигнуты результаты, или же получены лишь незначительные результаты, читатель найдет короткую реплику: «Существенного прогресса не отмечено».

Ориентировка взаимосвязанных тематических групп (напр.: аэромагнитная съемка — район Ниршег, или каротаж свкажин — разработка каротажной аппаратуры) облегчена взаимными ссылками.

Благодаря своему масштабу и точности (картографической достоверности), прилагаемые к отчету карты могут, в основном, непосредственно использовать-



ся для проектирования дальнейших геофизических работ или для заложения буровых скважин. Даже в увеличенном виде они точнее стандартных синек.

Поскольку к нашим годовым отчетам проявляется большой интерес и за-  
границей, настоящий выпуск публикуется с переводами на русский и английский  
языки. В связи с этим также являлось целесообразным об'единить темы и  
сократить материалы.

С такими общими замечаниями мы предлагаем Годовой отчет вниманию  
читателей.

ДИРЕКЦИЯ

# I ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ





## 1.1. КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СЪЕМКА РАЙОНА НИРШЕГ (СЕВЕРО-ВОСТОЧНАЯ ВЕНГРИЯ)

Район *Ниршег* является одним из участков Венгрии с наиболее сложным геологическим строением. Здесь обычная простая модель строения бассейна (жесткое доавстрийское основание, перекрытое толщей кластических неогеновых отложений) осложняется промежуточной толщей верхнемеловых-палеогеновых отложений и чрезвычайно большой мощностью миоценовых вулканических образований, превышающей, как правило, 1 км. Сверху вниз в геологическом разрезе участвуют следующие образования. Левантийская толща мощностью в несколько сот метров подстилается сравнительно тонкой толщей паннонских отложений, в которых нижний паннон иногда отсутствует. Полный разрез плиоцена имеет мощность не превышающую 2 км. Горные породы миоцена — как уже отмечалось — представлены, в основном, вулканическими образованиями, состоящими из пирокластиков риолита и андезита, и меньшей частью, из лав. Пока неизвестно, подстилается ли миоценовая вулканическая толща комплексом миоценовых отложений мощностью, достаточной для накопления нефте-газовых месторождений. Пробуренными до сих пор скважинами вскрыта толща верхнемеловых-палеогеновых отложений, причем скважины не вышли из этой толщи. Следовательно, пока не выяснен стратиграфический и петрологический характер доавстрийского основания бассейна (т. е. поверхности, начавшей погружаться после австрийской складчатости). По тектоническим соображениям можно предполагать, что это основание представлено либо метаморфическими палеозойскими образованиями, либо триасовыми отложениями; оба вида горных пород были вскрыты скважинами несколько дальше от рассматриваемого района.

Район *Ниршег*, по своей перспективности на нефтегазоносность, оценивается как участок третьего порядка. Степень его перспективности зависит именно от мощности миоценовой толщи (или от наличия мезозойской или флишевой толщи с благоприятными в этом отношении условиями). Перечисленными факторами определяются задачи геофизических работ, но одновременно ими же вызываются затруднения, связанные с этими работами. Чтобы получить информацию из-под толщи вулканических образований, необходимо проникать через

нее. Проблема не может считаться решенной при выделении и прослеживании основания бассейна, поскольку между последним и комплексом вулканических образований может существовать ряд конфигураций вулканических и осадочных отложений.

Целесообразным оказалось подойти к решению этой проблемы путем проведения комплексных разведочных работ. Так и проводились работы за последние 3 года по контракту, заключенному с Трестом нефтяной и газовой промышленности (в дальнейшем: ТНГП). Основной целью при этом было получить, прежде всего, геологическую информацию, поскольку эффективность даже методических исследований определяется геологическими факторами.

Однако, за счет сложного строения района, на первый план выдвигался всегда методический характер по каждому из примененных методов. На этапе рекогносцировочных работ были выяснены возможности и ограничения применения отдельных методов. Наиболее полная информация получена, но и наиболее значительные проблемы возникли при применении сейсморазведочного метода. Здесь уместно заметить, что проведенные Институтом работы были направлены не на полную разведку района, а на разработку методики, применяемой сейсмическими партиями ТНГП при работах производственного масштаба.

Следовательно, в 1970 г. комплексный и геологический характер этих работ сменяется концентрацией усилий на разработку методики сейсморазведочных работ.

Но в отчетном 1969 г. комплексные разведочные работы проводились еще в полном составе, о чем будет говориться, ниже, иногда с распространением на предыдущие годы (поскольку новая система настоящего Годового отчета, публикуемого и на иностранных языках, требует определенного освещения прошлой деятельности, в частности, что касается ранее применявшихся методов).

Район работ 1969 г. находится на планшетах L—34—VIII и IX карты проекции Гаусса-Крюгера и ограничивается населенными пунктами Нирлугош, Сакой, Нирбатор, Апорлигет и государственной границей. План района работ показан на рис. 2 (стр. 17.) (план сейсмических профилей на карте аномалий  $\Delta T$ ). Сети гравиметрических и электроразведочных наблюдений здесь не указаны, так как пункты этих наблюдений располагались довольно равномерно и об их плотности будет говориться в соответствующих разделах.

*Гравиметрические* работы проводились с использованием гравиметра Шарп—197 в 1852 пунктах, покрывших участок площадью 1180 км<sup>2</sup>. Применялись два вида сети пунктов наблюдений: квадратическая сеть 500×500 м и сеть ок. 1 км×1 км, в которой уже учитывались возможности передвижения. Карта аномалий Буге, построенная для территории всей страны в масштабе 1:200 000 уже имела к тому времени, однако, поскольку в ее основе лежит сравнительно редкая сеть вариометрических наблюдений, она не считалась подходящей для вторичной обработки данных.



Вторичная обработка гравиметрических данных требовалась для дополнения скудной информации, полученной остальными методами и для решения неоднозначных вопросов. Так напр. гравитационный максимум около г. Кишварда может быть вызван как выступом фундамента, так и горизонтальным изменением плотности последнего. Минимум района с. Надьечед может быть обусловлен пониженными величинами плотности как основания бассейна, так и покровной толщи. Обе указанные аномалии располагаются довольно далеко от рассматриваемого района работ, однако они подавляют и искажают глубинные аномалии этого района. Необходимость отфильтрации этих „длинноволновых” региональных аномалий очевидна. Но фильтрация, в свою очередь, требует применения специальных весовых функций, матрицы фильтрации, т. е. наличия более плотной сети наблюдений.

Методические выводы этих исследований излагаются в разделе 21, но и здесь уместно заметить, что этот новый метод не дал дополнительной информации по сравнению с стандартными методами (круговые средние) построения карты остаточных аномалий. При фильтрации имеется даже более значительная потеря площади, в связи с чем здесь приводится карта остаточных аномалий полученная по стандартным методам (рис. 3, стр. 17.). Кроме того можно сказать, что новая карта аномалий почти не различается от старой: количественные разности колеблются в пределах  $\pm 1,5$  мгл.

То обстоятельство, что остаточные аномалии были выявлены каждым из примененных приемов, указывает на содержание в них фактической геологической информации, т. е. они ни в коем случае не представлены ложными аномалиями, вызванными вытекающей из самих приемов погрешностью.

Карта региональных аномалий *магнитного* поля  $\Delta Z$  масштаба 1:200 000, построенная так же, как и упомянутая карта аномалий Буге, для территории всей страны, тоже имела уже в наличии, когда были начаты рассматриваемые работы. Однако, содержащаяся в ней информация считалась недостаточной, именно в связи с чрезвычайно большим об'емом вулканических пород. Поэтому в период с 1966 по 1968 гг. здесь проводились детальные профильные с'емки  $\Delta Z$  и  $\Delta H$ , а также аэромагнитная с'емка ( $\Delta T$ ) при трех высотах полета, для определения конфигурации и глубины залегания возмущающих масс.

Выявлен ряд возмущающих масс, но с сомнительным геологическим значением, так как заранее было известно, что основная часть вулканических пород является кислой. Кроме того, интерпретация данных, полученных при трех различных высотах полета, наталкивалась на значительные методические проблемы.

Применение трех высот полета соответствует, по сути дела, продолжению величин в верхнее полупространство в полевых условиях. Расчетная кривая почти не различается от карты, построенной по данным при наиболее высоком уровне полета. Суть проблемы заключается в зависимости определяемых



параметров (глубины, ширины, магнитной восприимчивости) от высоты. Чем больше высота, тем более приподнятой оказывается поверхность возмущающих тел. Такое явление может объясняться только наличием налагающихся друг на друга в вертикальном направлении плоских тел с значительным горизонтальным протяжением.

По некоторым из полученных кривых можно разделить этот суммарный эффект, однако пока нет разработанной общей методики для такого подразделения. Во всяком случае, положительным результатом является обнаружение неправильности господствовавшего до сих пор представления о возмущающих телах (бесконечной в вертикальном направлении прямой или наклонной призмы). Кроме того, нельзя согласиться с тем, что усовершенствование математических приемов таких вычислений приведет к получению большего объема геологической информации в этой области. Более детальное методическое описание этого вопроса приведено в разделе 21.

Электроразведочными работами предполагалось получить количественные данные о глубине залегания основания. При этом нельзя пренебречь и дополнительной информацией, получаемой этими методами (напр. изменение геоэлектрических параметров в горизонтальном направлении).

На самом деле в рассматриваемом районе принятый комплекс электроразведочных методов (методы ТТ и ДЭЗ) не дал никаких сведений об основании бассейна. В 1969 г. наблюдения методом ТТ проводились по равномерной сети 255 пунктов, а методом ДЭЗ — на 15 пунктах, расположенных по трем профилям. Скоро было выяснено, что величины ареал не коррелируются с рельефом основания. Кроме того намечена зависимость этих величин от периодов, равная 30-60%.

Геологическое строение района известно только приблизительно. В связи с этим не имелась возможность построить карту геологически однозначного горизонта  $\varrho_{\infty}$ , (характеризующего, по возможности, основание бассейна). Тем не менее была построена карта  $\varrho_{\infty}$ , но при ее сравнении с сейсмическим разрезом профиля NoR—1, проведенного методом КМПВ, оказалось, что этот горизонт протягивается по контакту миоцен-флиш (или по некоторому близкому горизонту) и увязывается, как правило, с сейсмическим горизонтом, характеризующимся граничной скоростью 4200-4800 м/сек. (см. рис. 7, стр. 22.).

Однако указанный сейсмический горизонт соответствует не доавстрийскому основанию бассейна, причем местами корреляция с ним также прерывается, так как в местах положительных аномалий  $\Delta T$  горизонт  $\varrho_{\infty}$  поднимается значительно выше сейсмического горизонта. В то же время горизонт  $\varrho_{\infty}$  протягивается повсеместно ниже наиболее глубоко залегающей отражающей поверхности.

Вышеперечисленные факторы привели к приостановлению работ с применением комплекса методов ТТ и ДЭЗ. Вместо него предусмотрено проводить МТЗ и опытные работы по методу ЗС (становления электромагнитного поля)

для изучения осадочной толщи включая и вулканические массы). В опытном порядке оба метода применялись уже в 1969 г. Полученные данные позволяют делать вывод о том, что по значительному по размерам участку, между основанием бассейна (самой глубокой преломляющей границей) и горизонтом  $\rho_{\infty}$ , выделенным по данным ДЭЗ, залегает комплекс отложений, характеризующихся низкими величинами удельного сопротивления, мощность которого резко уменьшается в восточном направлении, указывая на возможное выклинивание этого комплекса.

Но вышеизложенное заключение является максимальной геологической информацией, поскольку пока невозможно оценить даже методические результаты по указанным методам.

В 1970 г. эти исследования будут продолжаться и их результаты будут опубликованы позже.

По кривым МТЗ в диапазоне периодов  $T = 20-60$  сек намечается пункт перегиба, который может быть вызван по крайней мере тремя конфигурациями геологической структуры. Однозначное выяснение этого вопроса возможно только при помощи эллипса импеданса, построенного для всего диапазона периодов. Однако, подобная аналитическая интерпретация требует применения цифровой регистрации и машинной обработки данных. В настоящее время кривые МТЗ могут интерпретироваться только при помощи данных метода ДЭЗ. В связи с этим метод ДЭЗ, может быть, будет еще применяться в районе Ниршег, но в ограниченном объеме.

Несомненно, что вышеизложенными попытками завершается определенный этап электроразведочных работ в рассматриваемом районе. По всей вероятности придется отказаться от непосредственного выделения основания бассейна электроразведочными методами. Вместо этого, в зависимости от результатов упомянутых опытных работ, необходимо изучать изменения геоэлектрических параметров в горизонтальном направлении по густой сети пунктов наблюдений, по возможности с тесной увязкой данных с каротажными данными. Таким образом можно выявить, хоть бы качественно, резкие изменения литологического состава в горизонтальном направлении.

В районе *Ниршег* основные усилия были всегда направлены на сейсморазведку. Эффективность этого метода ограничивалась до сих пор неудовлетворительным вооружением партий для проведения полевых работ. В связи с этим в нижеследующем описании этих работ будет излагаться еще небольшой объем геологической информации о глубинном строении, причем в методическом отношении эти работы также не имели большого значения.

Но в год издания настоящего отчета, в 1970 г. имеется уже значительно более подходящее вооружение и накоплен значительный опыт. Кроме того, будет внедрена создаваемая в настоящее время цифровая сейсмическая аппаратура для повышения качества получаемого материала.



При проектировании сейсморазведочных работ 1969 г. (МОВ и КМПВ), учитывались результаты рекогносцировочной с'емки, проведенной ТНГП в период с 1958 по 1963 гг. методом отраженных волн и, в частности, КМПВ. Программа работ Геофизического института была начата, собственно говоря, уже в 1968 г. с опытными работами в районе пересечения профилей BoR—14 и BoR—36. В 1969 г. проводилась уже интенсивная сейсморазведка по сети профилей МОВ общей протяженностью 160 км и профилей КМПВ общей протяженностью 62,5 км (рис. 2, стр. 17.). Как указывалось уже в введении настоящего раздела, в передний план выдвигался методический характер этих работ. Так напр. стандартная методика проведения работ МОВ постепенно сменялась работами по методу ОГТ, а в работах КМПВ применялась исключительно только магнитная запись.

В результате изучения волн-помех было выявлено преобладание поверхностных волн длиной в 16—52 м. Проблема появления волн-помех оказалась наиболее значительной в районе с. Нирлугош. Для их подавления пришлось применять группирование пунктов взрыва и сейсмоприемников. Проводились и определения скоростей по системе Дикса, но только спорадически. Полученная таким образом скоростная функция считается лишь приближенной и требует постепенного дополнения.

Характеристика стандартного непрерывного профилирования (профили No—1, No—7): расстояние между пунктами взрыва — 300 м, шаг сейсмоприемников — 25 м, оптимальная глубина заложения зарядов — 15—26 м. Применялись линейные группы по 10 сейсмоприемников, расположенных на 5 м друг от друга. Качество получаемого материала было значительно повышено за счет применения линейного группирования 3—5 взрывных скважин. Величина заряда колебалась в пределах от 25 до 50 кг.

Разрезы, построенные по способу переменной площади, дают до 1,5 сек. довольно четкую картину о внутреннем строении молодой (плиоценовой) осадочной толщи. В диапазоне выше 1,5 сек. уже не прослеживались непрерывные горизонты; здесь преобладают дифракция и другие явления дисперсии волн.

Для улучшения результатов мы перешли к применению систем наблюдений с многократным: трех- и шестикратным перекрытием. Предварительно проведенные опытные работы показали, что кратные волны эффективно подавляются при применении шага сейсмоприемников равного 40—50 м, при расположении пунктов взрыва в конце установки с смещением его в сторону на 450 м от последнего сейсмоприемника. В связи с удаленностью пункта взрыва средняя величина зарядов составляла 50 кг. Имевшееся количество сейсмоприемников позволило применять лишь по 10 приборов в группах. Полученные величины были приведены к поверхности приведения + 100 м с использованием осредняющего варианта метода индикатрис. После ввода соответствующих поправок данные обрабатывались на аналоговом центре СС + 621 французского производства Треста НГП.



Карта изохрон (рис. 4, стр. 19.), а также временные разрезы свидетельствуют о возможности изучения бассейна при помощи указанной методики, по крайней мере до определенной глубины.

Отражения от самой глубокой поверхности выделяются четко и прослеживаются непрерывно (рис. 5 и 6, стр. 20, 21.) по профилям. Предполагается, что эта отражающая поверхность приурочивается к низам паннонских отложений или к кровле миоценового (вулканического) комплекса. Ниже этой поверхности получены лишь неинтенсивные, неуверенные дифрагированные, или же отраженно-преломленные волны.

Все это позволяет судить о том, что ниже верхней части миоценового комплекса проникает небольшой объем энергии, и к тому же она отражается при неблагоприятных отношениях сигнал/шум. Трехкратное перекрытие оказалось недостаточным, причем, местами, приходилось сократить и шаг сейсмоприемников для улучшения корреляции. Предполагается, что дополнительное повышение качества получаемого материала может достигаться при повышении кратности перекрытий, а также количества приборов в группе.

Работы КМПВ проводились по единственному профилю протяженностью 62,5 км для дополнения старой сети профилей BoR. Преломленные волны получены с нескольких преломляющих границ, но волны с наиболее высоких границ характеризуются почти идентичными величинами кажущейся скорости, причем они интерферируются и быстро убывают. Эти границы раздела оказываются плохими носителями энергии и для их прослеживания методом преломленных волн требовалось бы применять нерационально большие заряды. Более экономично эти границы могут прослеживаться методом отраженных волн. По другому обстоит дело с самой глубокой преломляющей границей: она характеризуется величинами скоростей 5400—6000 м/сек и не связана с проблемами получения энергии. Методом ПВ целесообразно проследить только эту границу, причем достоверная геофизическая информация из-под вулканического комплекса может быть получена только с этой границы (рис. 7, стр. 22.).

Вышеописанные работы представляют собой первые шаги по программе изучения интересного, но очень сложного по своему строению района. Следовательно, пока к ним не могут быть предъявлены самые высокие требования.

В результате проведенных работ можно сказать, что метод отраженных волн может эффективно применяться здесь для изучения геологического строения до низов паннонского комплекса. Коррелируемость отражающих горизонтов по неплотной сети профилей иллюстрируется картой изохрон рис. 4 (стр. 19.). Предельные величины изохрон, равные соответственно 0,8 и 1,5 сек., соответствуют глубинам соответственно 800 и 2000 м. Карта отражает строение паннонского бассейна. Самый приподнятый участок верхов миоцена располагается вблизи глубоких скважин района с. Нирлугош, а самый погруженный его участок

— южнее с. Ходас. Заслуживает внимания локальное поднятие в районе с. Гебе (рис. 6, стр. 21.).

Интересно, что в районах магнитных аномалий в разрезах КМПВ намечаются признаки зон нарушений (напр. рис. 5, стр. 20., левая сторона разреза No-69/8a). Контрпробой может считаться разрез 86 рис. 6 (стр. 21.), протягивающийся в безаномальном участке. Однако, пока по этим данным не делается окончательный вывод, поскольку — как было отмечено в введении — между магнитными массами и вулканитами нельзя поставить знак равенства. Большинство вулканических образований оказывается кислым. Ни в коем случае нельзя допускать наличие так называемых «окон» среди неравномерно расположенных аномалий. Окончательно высказаться по этому поводу можно будет только при наличии более густой сети наблюдений. Тогда, по всей вероятности, можно будет выяснить связь магнитных аномалий с сейсмическими, а также мощности паннонского комплекса с мощностью миоценовой (вулканической) толщи.

Для дополнения скудной информации, полученной из-под кровли миоцена, необходимо применять самые современные методы полевых работ и системы наблюдений, улучшающие отношение сигнал/шум.

Существующая в настоящее время неплотная сеть профилей КМПВ не позволяет построить карту глубины залегания преломляющей границы, характеризующейся высокими скоростями (основания бассейна).

Несколько слов о карте остаточных аномалий, представленной на рис. 3 (стр. 17.). Ее раскраска и изолинии отражают не рельеф некоторого хорошо определенного стратиграфического горизонта. Она скорее соответствует геологической карте погребенного массива, характеризующегося неоднородным составом.

Известно, что чем более основной состав имеют вулканические породы, тем более высокими величинами плотности они отличаются. Следовательно, неудивительно частичное совпадение магнитных масс с максимумами остаточных аномалий поля силы тяжести. Кроме того, это является не единственной возможностью корреляции: остаточная аномалия «вулканического происхождения» может увеличиваться за счет выступа основания бассейна, а выступ, в свою очередь, также может вызвать остаточную аномалию.

Основные вопросы о геологическом строении района Ниршег должны быть решены в процессе дальнейших исследований. В ближайшем будущем, предпочтение будет оказано, очевидно, сейсморазведочному методу. Однако, как только методика будет разработана, на первый план снова выдвигнутся геологические цели. Много ожидается от пробурения параметровой скважины, заложение которой требует представления определенных данных, что, кажется, частично уже сделано.



## 1.2 КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ СЪЕМКА ЗАДУНАЙСКОГО СРЕДНЕГОРЬЯ

Рекогносцировочная съёмка краевых зон рассматриваемого среднегорья была начата в 1966 г. С тех пор программа работ расширилась как по объёму проводимых работ, так и по количеству применяемых методов, в соответствии с многообразием поставленных задач по поискам и разведке бокситовых и лигнитовых месторождений.

Производственные работы начинаются, как правило, с проведением съёмки масштаба 1 : 50 000 для выделения участков с глубиной залегания основания, не превышающей 300-400 м. На начальном этапе в комплекс применяемых методов входят гравиметрический, магнитометрический и электроразведочный методы; затем проводятся сейсморазведочные работы КМПВ.

Результатом геофизических работ должно быть выделение небольших по размерам геологических структур (горстов) на благоприятных глубинах для направления буровых работ. Подобный вид разведочных работ должен проводиться в тесном сотрудничестве с геологическими, буровыми и горными организациями.

Полученные методические результаты будут излагаться в *Геофизическом бюллетене*.

Ниже описываются проведенные работы.

*Западная краевая зона гор Баконь.* Предполагается, что основание рассматриваемой зоны представлено мезозойскими (в основном триасовыми) отложениями, перекрытыми третичным комплексом. Перспективными на бокситы образованиями являются триасовые отложения, покрытые эоценом. Перед геофизическими работами ставится задача оконтурить подобные участки и определить глубину залегания триасового комплекса, поскольку бокситовые залежи приурочиваются к кавернам последнего. Нижне-эоценовые лигнитовые залежи базального типа, также тесно связаны с триасовой поверхностью.



Однако, изучение эоценовых известняков наталкивается на значительные затруднения, так как скорость распространения в них сейсмических волн аналогична скорости, характерной для триасовых карбонатов. Другой проблемой является «экранирующий» эффект базальтовых пластов и миоценовых известняков. Оба вида образований приводят к получению трудно интерпретируемых эквивалентных кривых ВЭЗ типа *КН* или *НА*. В сейсморазведке сложный рельеф базальтовых пластов вызывает более значительные затруднения, чем «экранирование.»

Результаты комплексной рекогносцировочной съемки, проведенной гравиметрическим и электроразведочным методами, показаны на рис. 8. (стр. 27.).

*Бассейн Чатка* (рис. 9, стр. 29.) ограничивается и подстилается триасовыми доломитами и известняками. Что касается геофизических условий, для района характерны наличие незначительных магнитных масс и отсутствие корреляции между рельефом основания бассейна и поведением аномалий Буге. В геологическом отношении район характеризуется значительными сбросами, амплитуда которых иногда достигает 300 м, благодаря чему они легко изучаются при помощи геофизических методов. Перспективными на бокситы являются краевые террасы. Здесь проводились работы методом КМПВ (причем применялись системы наблюдений с пуктами взрыва, заложенными по линии профиля, а также смещенными в сторону) и электроразведочным методом потенциалов, для выделения соответственно, основания бассейна и кровли эоценового комплекса. В участках, где геоэлектрический и сейсмический горизонты сближаются, бокситовые залежи (если они присутствуют) исчезают, т. е. выклиниваются.

В северо-западной краевой зоне гор *Баконь* рекогносцировочная съемка масштаба 1 : 50 000 была закончена в 1968 г. Результаты окончательной интерпретации, подтвержденные полученными с тех пор данными бурения, показаны на рис. 10 (стр. 31.). Участки с обозначениями  $T_2$  и  $T$ , если они слагаются карбонатами, являются перспективными на бокситы..

*Югозападный краевой прогиб Будайских гор* ограничивается с запада и юга линиями крупных сбросов, по которым основание прогиба, сложенное триасовыми карбонатами, погрузилось на несколько сот м.

Карта глубины залегания основания представлена на рис. 11 (стр. 33.). Во внутренней части прогиба средняя глубина залегания основания, определенная по данным сейсмо- и электроразведки, составляет 100 м. Рельеф основания отражается на электрическом разрезе  $Ve-34$ .

Серьезная методическая проблема вызвана здесь выветрелой поверхностью триасовых доломитов, за счет которой скорость распространения сейсмических волн снижается до 3000 м/сек. Сейсмический преломляющий горизонт протягивается значительно глубже стратиграфической границы триаса, по поверхности свежих доломитов. Электроразведочными методами прослеживается действительная поверхность доломитов. Если в состав покровной толщи входят средне-олигоценые песчаники и/или верхне-миоценовые известняки, то триасовые оказываются «экранированными» для электроразведки, поскольку для обоих видов образований характерно удельное электрическое сопротивление ок. 1000 ом. Однако в подобных участках стратиграфическая граница триасовых доломитов может прослеживаться сейсмическим методом.

В северо-западной предгорной зоне гор Вертеш в 1969 г. был проведен единственный региональный сейсмический профиль (рис. 12, стр. 35.). Сейсмическая граница раздела, характеризующаяся скоростью 6000 м/сек и совпадающая с электрическим горизонтом  $\rho_{\infty}$ , указывает на наличие в основании исключительно массивного горста. Его локальные прогибы могут быть предствлены также останцами эоценовых известняков, сохранившими подстилающие их бокситовые залежи или пустые каверны. Но в связи с большими глубинами (ок. 450 м), возможные рудные залежи располагаются близко к нижней границе разрабатываемости.

В бассейне Нирад-Девечер в 1969 г. не проводились геофизические работы. Последние разведочные работы были закончены в 1967 г., результаты которых излагались в Годовом отчете за 1967 г. (стр. 81—92) и иллюстрировались картой изогипс масштаба 1 : 50 000. Результаты бурения, рекомендованного по геофизическим данным, (рис. 13, стр. 37.) подтвердили геофизический «прогноз» даже в деталях. Погрешность определения глубин составляла в среднем 5% за исключением единственного случая (44%). Рассматриваемый район характеризуется незначительной перспективностью. Дальнейшие разведочные работы целесообразно проводить только в его юго-западном участке.

Работы по непосредственной разведке на бокситы в районе Шюмег (рис. 14, стр. 39.) были направлены на выделение бокситовых структур в мезозойских карбонатах (в состав которых здесь входят и более молодые образования, напр. верхнемеловые известняки). Рекогносцировочная съемка проводилась здесь



методом потенциалов, и в результате работ была составлена карта горизонтальной проводимости (S). Выделенные аномалии изучались методом ВЭЗ для разделения небольших прогибов в триасовом комплексе от вариаций проводимости в горизонтальном направлении. В выделенных таким образом участках проводились работы методом КМПВ на небольшие глубины. Эрозионная поверхность доломитов снова появляется здесь в юго-западной зоне района. Результаты проведенных работ представлены на рис. 14 (стр. 39.).

В районе *Халимба-Кабхедь* в 1968 г. Геофизическим институтом впервые были сделаны попытки непосредственно выявлять бокситоносные структуры (Годовой отчет за 1968 г.). С тех пор результаты геофизических работ проверялись рядом скважин. Все скважины подтвердили «предсказанные» геофизикой параметры и больше чем половиной скважин вскрыты продуктивные горизонты. Во всяком случае, благодаря геофизическим работам, буровые работы могли концентрироваться на наиболее перспективных участках района.

В районе *Чакберень-Шёред* перед геофизическими работами была поставлена задача выделить участки, где основание бассейна залегает на глубинах, превышающих 300 м. В результате работ были выявлены сбросы, по которым исследуемый горизонт опустился ниже указанной глубины и тем самым буровые работы можно было концентрировать на участки с наиболее благоприятными условиями строения. Пробуренные скважины подтвердили глубины, определенные по геофизическим данным (50—150 м), в пределах погрешностей в среднем 15%.



## 1.3 КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ РАЗВЕДКА НА РУДЫ В ГОРАХ БЁРЖЁНЬ

О вулканических горах Венгрии уже ранее было сказано (Анналы Геофизического института, том II.), что они имеют бассейнное строение. Следовательно, если предстоит изучать оруденение, связанное с вулканической деятельностью вулканической горы, к решению задачи можно подходить работами двух различных «масштабов».

Один из масштабов — это рекогносцировочное изучение тектонического строения. Прежде чем выделить участки с наиболее благоприятными металлогеническими условиями, необходимо выяснить условия строения, которые могли повлиять на первые. В подобного рода рекогносцировочные работы входят, как правило, анализ существующих карт региональных аномалий поля силы тяжести и магнитного поля масштаба 1 : 200 000 (по точности — 1 : 100 000) и сейсморазведочные работы (в частности КМПВ) для прослеживания основания. Сюда входит (в случае необходимости) и региональное изучение строения покровной толщи, почти не различающееся, по комплексу применяемых методов и по степени детальности, от изучения основания бассейна. Однако, здесь уже определенную роль могут играть работы МОВ, электроразведка и некоторое детализирование гравиметрической и магнитометрической съемок.

Если на передний план выдвигается второй масштаб, т.е. непосредственное прослеживание возможных рудных залежей, то необходимо учитывать глубину залегания и разрабатываемость предполагаемых залежей. Известные рудные залежи Венгрии являются незначительными по своим размерам. В связи с этим, так назыв. микро-гравиметрические и микро-магнитометрические работы, а также варианты электроразведочных методов, служащих для изучения мелких и средних глубин (методы возбужденного потенциала, петли, ПС, ВЭЗ).

Само собой разумеется, что два указанных аспекта резко не различаются между собой, поскольку всякое основание карбонатного типа (подстилающее вулканические массы) может быть перспективным на рудоносность. Следовательно, если основание бассейна, прослеживаемое методом КМПВ, поднимается до глубин разрабатываемости, рекогносцировочная съемка переходит в детальную.

Из вышеизложенного вытекает, что в одном и том же году не обязательно одни и те же районы изучаются по указанным двум аспектам.

Вышеизложенные соображения определяют комплексные разведочные работы, проводящиеся в районе гор Бёржён с 1965 г.

В 1969 г. в восточной предгорной зоне гор сейсмическим методом преломленных волн изучались глубина залегания, рельеф и строение основания бассейна. Полученные результаты, с планом сети профилей, приведены на рис. 15 (стр. 43.) На этом же рисунке указаны зоны с различными величинами скоростей, характерными для основания, так как интересно получить ответ на вопрос: где находится граница между палеозоем и мезозоем на глубине. Предполагается, что зоны со скоростями 5200-5400 м/сек соответствуют палеозойским образованиям (см. разрезы скважин района *Диошёнё*). В южной части района, основание бассейна, характеризующееся скоростями ок. 5900-6000 м/сек, представлено триасовыми карбонатами (скважины *Фелишпетень* и *Ромхань*, обнажение в *Ромхане*). Зона со скоростью 6000 м/сек, обнаруженная под горой и в краевой части, считается также триасовыми карбонатами.

Участки с уверенно выявленным мезозойским и палеозойским основанием, разделяются между собой зоной переменных скоростей (5600-4600-5200 м/сек). Такие величины граничных скоростей не характерны ни для палеозоя, ни для мезозоя. Сопоставление сейсмических разрезов с аномалиями магнитного поля позволяет судить о том, что северо-западная граница развития мезозойского основания находится там, где зона со скоростью 6000 м/сек контактирует с одной из магнитных аномалий. Это объясняется тем, что эта магнитная аномалия вызвана амфиболоносной зоной кристаллического фундамента. Естественно, что магнитная аномалия может быть вызвана и прочими причинами (напр. мезозойскими субвулканами) но наиболее вероятным является указанное объяснение.

По западному концу профиля BÖR-5 мезозойское (триасовое) основание поднимается до -300 м. Эта обстоятельство имеет большое значение для разведки на руды.

На юго-восточном участке района основание опускается до —800 м. Непосредственно над ним появляется граница раздела со скоростью 4000-4500 м/сек приуроченная к палеогену.

Вертикальное распределение скоростей распространения сейсмических волн показано на рис. 16 (стр. 43.).

Детальная магнитометрическая, гравиметрическая съемки и съемка методом СП проводились в 1969 г. для изучения строения покровной толщи (рис. 17, стр. 44.). Интерпретация полученных карт сводится к следующему.

При интерпретации данных нужно было учитывать, что глубинность электро-разведки методом возбужденного потенциала, наиболее значительным при разведке на руды (см. ниже) не превышает  $150 \pm 200$  м. В связи с этим, для более тонкой интерпретации аномалий Буге применялся фильтр, выделяющий



аномалии малой амплитуды, соответствующие указанным глубинам. Выбор фильтра ограничивался тем обстоятельством, что приповерхностные эффекты приходится в диапазон поправок («уровня помех») исследований. На рис. 18 (стр. 45) представлена карта остаточных аномалий, амплитуда которых колеблется в пределах от 450 до 900 м.

Карты аномалий магнитного поля и поля потенциалов позволяют делать непосредственные геологические выводы. По характеру магнитного поля район разделяется на две части: на участок с неравномерными (в основном положительными) аномальными величинами и на участок со спокойным, почти безаномальным полем. Первый тип характерен, в основном, для районов развития пироксеновых андезитов, а второй — для районов развития кислых вулканитов и пирокластитов.

Положительные остаточные аномалии поля силы тяжести могут быть вызваны: пироксеновыми андезитами лавового типа высокой плотности, внедрившимися в менее плотные пирокластиты (или непосредственно над ними); или контрастом плотностей, связанным с субвулканической интрузией; и, наконец, простой сменой величин плотности в пределах андезитов.

При сопоставлении остаточных аномалий поля силы тяжести с картой аномалий магнитного поля, намечается совпадение определенных остаточных аномалий с магнитными аномалиями, характеризующимися низкой частотой и большой амплитудой. В подобных районах вероятным оказывается первое объяснение. Там, где зоны остаточных аномалий характеризуются отсутствием магнитных аномалий, действительным считается второй вариант объяснения. И, наконец, где остаточные аномалии совпадают с относительными максимумами аномальных величин магнитного поля малой амплитуды, в передний план выдвигается третий вариант.

Участки первой и третьей групп: *Кишхидегхедь*, *Баньяпуста*, *Пинтерберц* и т.д. Участок второй группы располагается южнее вышеуказанных участков, в районе с известным субвулканическим внедрением.

Все вышеизложенные работы служили в качестве рекогносцировочной съемки для подготовки электроразведочных работ непосредственной разведки на руды.

Для непосредственной разведки на руды применялись электроразведочные методы сопротивлений и возбужденного потенциала. Первым методом предполагалось выделить лавовые фации и имеющиеся в них массы низкого сопротивления, а вторым — аномалии возбужденного потенциала, наблюдаемые в районе Рожакхедь и Кишхидегхедь.

По данным метода сопротивлений были построены различные варианты карт изоом. На карте, составленной для разноса электродов АВ = 640 м (рис. 19, стр. 46.) максимумы величиной 150—350 ом.м имеют простираание с юго-запада на северо-восток, и разделяются между собой полосами минимумов. Исклю-



чительно расчлененный рельеф местности не позволяет явно и однозначно оконтурить эти полосы.

Работы методом ВЭЗ проводились по профилям с расстоянием между пунктами наблюдений в среднем 100 м. Результаты показаны на рис. 20 и 21 (стр. 47, 48.). По разрезу профиля 5 пласт высокого сопротивления, по всей вероятности лавовой фации, перекрывается постепенно увеличивающейся по мощности толщей пирокластитов. Верхняя часть этой толщи мощностью в 20—25 м, отличается более высокими величинами сопротивления, по всей вероятности за счет своего сухого характера. Величины сопротивления лавовых андезитов колеблется в пределах от 160 до 1250 *омм*; чем выше они залегают, тем выше их сопротивление. По четырем участкам профиля в толще андезитов выделяются массы горных пород с низкими величинами сопротивления (48—112 *омм*) с вертикальными контактами. На карте аномалий возбужденного потенциала (рис. 22, стр. 49.) участок с аномальными величинами  $\eta > 2,5\%$  расширяется в северном направлении. Аномалии имеют, в основном, северное-северо-восточное простирание, но выделяется и ряд неравномерно располагающихся аномалий.

Сравнительно высокие аномальные величины возбужденного потенциала могут быть вызваны сульфидными рудами малой концентрации, если жильные вкрапления руд образуют довольно густую сеть.

Если проектировать контуры внутриандезитовых масс горных пород с низкими величинами сопротивления на дневную поверхность, то получается система полос длиной 2—2,5 км и с простиранием с юга-юго-запада на север-северо-восток. Наиболее высокие аномальные величины возбужденного потенциала наблюдаются над этими полосами.

Результаты вышеописанных работ представляют собой систему логически связанных между собой и взаимно дополняющих друг друга данных. Зоны положительных остаточных аномалий поля силы тяжести и низких величин удельного сопротивления могут соответствовать крупным сбросам с простиранием с юга-юго-запада на север-северо-восток; по этим сбросам могли подниматься гидротермальные растворы, которые пропитали вмещающие породы в полосе шириной в 100—150 м. Наблюдаемые здесь же аномалии возбужденного потенциала позволяют судить о том, что этот процесс привел к образованию сульфидных руд.

По некоторым данным можно предполагать, что если здесь имело место оруденение, то оно происходило в последней фазе вулканической деятельности.

Не исключена возможность наличия здесь более глубокого рудоносного горизонта. В связи с этим, значительным результатом считается выделение поверхности карбонатного основания и внимание обращается повторно на приподнятый участок этого основания, дальнейшее изучение которого предусмотрено на 1970 г.

Направление дальнейших работ определяется полученными до сих пор результатами. В этом отношении возникают две существенные проблемы. Одна — это совместить, как можно скорее, площадь геофизических работ с площадью геологических. (Геофизический институт начал свои работы раньше и — само собой разумеется, в соответствии с действовавшей в то время геологической концепцией — в теперешнем, лучше изученном районе). Вторая проблема заключается в том, проводить-ли работы медленно продвигающейся микрогравиметрической съёмкой, (аэромагнитная съёмка этой площади уже закончена), или же методом возбужденного потенциала по редкой сети, для ориентировки детальной съёмки этим же методом, служащей для непосредственной разведки на руды. Эти проблемы взаимно связаны, причем они имеют и экономическую сторону. Гравиметрические работы связаны с небольшими расходами, но если темпы продвижения будут определяться этим методом, то площадь проводимой в настоящее время геологической съёмки будет изучаться только приблизительно через пять лет.

## 1.4 КОМПЛЕКСНЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ

Деятельность Геофизического института в этой области в значительной мере расширилась в 1969 г. В рамках 31 подобной темы Институт успешно удовлетворил запросы на геофизические работы гидрологических организаций, проектных институтов инженерного строительства, горных предприятий, инженерной геологии и промышленности взрывчатого материала. Проведенные работы охватывали выделение мест для бурения скважин на термальные и карстовые воды, оптимального места расположения региональных гидросооружений, использующих приповерхностные водоемы на подсчет запасов стройматериалов, на измерение вибраций и давлений. Институт принял участие в работе ЮНЕСКО по развитию гидрогеофизики.

Ниже приводятся некоторые примеры этих работ.

### *Выделение мест для бурения скважин на термальные и карстовые воды*

Подобного рода геофизические работы разделяются на два основных типа: изучение районов с тектоническими нарушениями, с неизвестными гидрогеологическими условиями и на так назыв. контрольные геофизические работы, когда водоем сравнительно хорошо изучен и нужно уточнить только вопрос о глубинах. Что касается материальных затрат на подобные работы: в первом случае они достигают 15—20% от расходов буровых работ, а во втором — ок. 5—10%. Если геофизические работы оказываются эффективными только для одной скважины из десяти, то связанные с ними расходы уже возмещаются.

Для района г. Кёсег характерны весьма неблагоприятные глубинные гидрогеологические условия. Палеозойские образования (глинистые сланцы, слюдяные сланцы и т.д.) слагающие горы Кёсег не способны хранить большое



количество воды. Вблизи города палеозойские породы образуют террасу на глубине ок. 100 м; здесь вода не получается даже из паннонской толщи. По данным детальных геофизических работ, проведенных по профилю (рис. 23, стр. 50.) рекомендовалось бурить скважину (S) на опущенном крыле зоны нарушений, выявленной этими работами. Глубина залегания палеозойского фундамента была определена равной 610 м ( $\pm 15\%$ ). Предполагается, что питьевая вода будет получена из самых глубоких горизонтов покровной толщи. Поскольку геофизические данные указывают на изменение физических параметров основания бассейна по зоне нарушений, не исключена возможность наличия карбонатных палеозойских образований, с возможно восходящим потоком термальных вод на опущенном крыле зоны.

В окрестностях г. *Сент-Эндре* геофизическими работами был выявлен тектонический грабен мезозойского (триасового) основания бассейна, опускающегося по ступенчатым сбросам (рис. 24, стр. 51.). По этим сбросам произошло извержение миоценовых андезитов до поверхности или ниже поверхности. Основная проблема при выделении места для заложения скважины, предусмотренной для снабжения курорта острова Папсигет теплой водой, заключалась в том, как обходить мощную андезитовую толщу, но бурить скважину все-таки по линии сброса, поскольку такие места оказываются наиболее благоприятными для получения термальной воды. По данным геофизических работ рекомендовалось бурить скважину в зонах А и В. Два указанных варианта (F—I и F—II.) имеют неодинаковый риск (соответствующей организацией был принят вариант F—II.).

Часто составление предварительной сметы (калькуляции) расходов по геофизическим работам связано также с проблемами. В этом отношении определенную помощь может оказать проведение небольшого объема «информационных» работ (гравиметрических наблюдений и несколько ВЭЗ). Это занимает, как правило, не больше 1 или 2 дней и позволяет, помимо составления сметы, оценить принципиальные возможности бурения и — грубо — расходы по буровым работам.

В качестве примера можно привести район г. *Папа*, где одна из скважин оказалась безводной, в то время, как остальные были продуктивными. Карта глубин, составленная по гравиметрическим данным (рис. 25, стр. 52.), отражает в общих чертах опускание поверхности водоносных меловых известняков на участке между г.г. Тапольцафё и Папа. В то же время она обращает внимание на линию сброса (или зону фациальной смены) мелового основания бассейна.

Ниже приводятся несколько данных об эффективности проведенных гидрогеологических работ.

Глубина основания бассейна определялась с точностью, в среднем, 9%, как об этом свидетельствуют буровые данные.

Скважина, пробуренная в саду епископского дворца в г. Вац, имеет дебит воды, равный 2500 л/мин при температуре воды 29°C.; скважина, пробуренная на пляже Тунгсрам в г. Уйпешт характеризуется дебитом 1400 л/мин при температуре воды 23°C; дебит скважины курорта Балатонмариафюрдэ составляет 420 л/мин воды 32°C. Дебит скважины, пробуренной в г. Тёрёкбалинт проверяется в настоящее время, по предварительным данным он равен 860 л/мин, причем температура воды — 24°C.

### *Геофизические работы для определения места расположения гидростанций*

Для водоснабжения г. Сомбатхей и его окрестности предусмотрено создать мощную гидростанцию на галечниковой террасе реки Раба. Для определения оптимального места расположения этой гидростанции в 1968 г. были начаты геофизические работы в тесной связи с гидрологическими и буровыми работами.

Геофизические работы проводятся в двух этапах. На первом, *рекогносцировочном* этапе речная долина изучается методом ВЭЗ по сравнительно редкой сети наблюдений. При этом задача заключается в выделении протяженных зон водоносных галечниковых -песчаных отложений, в определении наличия выше водоносных отложений соответствующего водоупорного пласта и в оценке ожидаемого притока воды. На выделенных участках, характеризующихся наиболее благоприятными условиями, бурятся контрольные скважины для получения данных о строении водоносных отложений, о химическом составе воды и об ожидаемом дебите воды.

На этапе *детальных* разведочных работ участки с наиболее благоприятными условиями покрываются густой сетью (50—250 м) сейсмических наблюдений КМПВ и наблюдений по методу ВЭЗ. В результате этих работ строятся карты развития водоносных террасовых формаций в горизонтальном и вертикальном направлениях, с выделением наиболее благоприятных для заложения скважин участков, мощности водоупорного слоя, сохраняющего водоем от внешних загрязнений, и т.д.

Карта, представленная на рис. 26 (стр. 55.) показывает все основные характеристики изученного комплекса, в том числе структурную линию по реке Раба, западнее которой припоехностные формации становятся глинистыми и начинается более глубокая паннонская водоносная структура.

Количество воды, получаемой из террасы реки Раба является значительным (15—20 тыс. м<sup>3</sup>/день), но недостаточным для выполнения перспективных планов. Для выяснения дальнейших перспектив, проводятся поиски паннонских водое-



мов в районах населенных пунктов Перинт, Веп-Икервар и Фелшёчатар. Предварительные результаты оказываются обнадеживающими, однако поисковые работы еще не закончены и об окончательных результатах будет сообщено в Годовом отчете за 1970 г.

### *Поиски и разведка месторождений стройматериалов*

В определении запасов полезных камней карьеров увеличивается значение геофизических работ, благодаря их быстрой и высокой горизонтальной разрешающей способности. Накопив опыт в области изучения карьеров базальтов, андезитов, гранитов и глин (Годовой отчет за 1968 г., стр. 64—68), Институт проводил электроразведочные работы в карьерах известняков.

Основные задачи, при этом, заключаются в определении мощности непродуктивного покрова и в выделении зон нарушений (заполненных, как правило, неиспользуемой породой) и ограничивающих область развития полезных пород, с использованием электроразведочных методов.

В качестве примера здесь упоминаются работы, проведенные в карьере известняков Дорог. В результате проведенных работ была составлена карта мощности покровной толщи (рис. 27, стр. 55.). Эта карта, совместно с контрольными скважинами, позволяет выделить границы экономичной разработки карьера и правильно проектировать отвалы.

### *Инженерно-геофизические работы*

В 1969 г. была продолжена инженерно-геофизическая съёмка Большой венгерской низменности и побережья оз. Балатон, согласованная с инженерно-геологической деятельностью Венгерского геологического института. Кроме того, работы подобного рода были выполнены и в районе г.Эгер.

На Большой низменности была закончена электроразведочная съёмка планшета L—34—17—C карты масштаба 1 : 50 000.

На побережье оз. Балатон работы проводились в бассейнах Кестхей и Таполца, а также в районе г.Фюзфё. В качестве примера приводятся результаты, полученные в последнем районе (рис. 28, стр. 57.).

По геофизическим данным основание бассейна, где оно не обнажается, разделяется на три различные зоны: на зоны, где нижнетриасовые отложения представлены, в основном, мергелями, где основание представлено пермо-триасовы-



ми песчаниками и на зону с двернепалеозойским основанием. Глубина залегания основания колеблется в пределах от 80 до 120 м. Осадочные отложения заполняющие бассейн, разделяются по данным электроразведки на два слоя: на песчаный, предположительно верхнепаннонский комплекс и на глинисто-мергелистый, вероятно нижнепаннонский комплекс.

В районе г. Эгер электроразведочными и сейсмическими работами был определен рельеф комплекса риолитовых туфов, залегающих близко к дневной поверхности, и выделены вывертальные участки этого комплекса в связи с проектированием новой поселки.

Также в районе г. Эгер проводились опытные работы по выделению подземных каверн. Подробная работа, основывающаяся на результатах гравиметрической, электроразведочной и сейсмической съемок, а также на данных электрического и сейсмического каротажа скважин показывает, что эффективно могут выделяться только каверны, размеры которых соизмеримы с глубиной их залегания. Следует отметить здесь также работы по геофизическому «просвечиванию» пространства между скважинами. Пример таких работ показан на рис. 29 (стр. 58.)

### *Измерение вибраций и давления*

В 1969 г. продолжались работы по измерению вибраций и давления, направленные, напр. на определение механических вибраций и процессов давления в трубопроводах газового месторождения Берекфюрдэ.

Измерения проводились с использованием сейсмоприемников типа СГ—9—В польского выпуска с собственной частотой 20 гц; для регистрации применялся ультрафиолетовый регистратор типа YOKOGAWA японского производства, гальванометры которого имеют собственную частоту 1 кц. Давление измерялось при помощи камеры мембранного манометра. Это устройство предназначено для записи как быстрых, так и медленных вариаций давления.

### *Гидрогеофизический конгресс и демонстрация приборов в полевых условиях*

Совещание специалистов *Международной ассоциации гидрогеологов* (ИАН) в 1969 г. было организовано ЮНЕСКО в г.Будапеште, что удостоило большой почести венгерских гидрогеологических авторитетов и организаций, и выразило их признание. Тема совещания была: «Связь гидрогеологии с геофизикой в поис-

ках подземных вод». С венгерской стороны совещание было организовано Научно-исследовательским гидрологическим институтом, Предприятием по бурению скважин на воду и Геофизическим институтом. На совещании было прочитано восемь докладов, продемонстрировавших результаты, достигнутые до сих пор в этой области в Венгрии, Германской Федеративной Республике, Голландии, Италии, СССР, США, Франции, и Югославии. В работе совещания участвовали 40 специалистов из 18 стран, в том числе и развивающихся стран.

В процессе двухдневной полевой демонстрации приборов были представлены следующие виды аппаратуры: со стороны ГФР: электроразведочная аппаратура, работающая на постоянном токе и телеметрическая сейсморазведочная аппаратура для ударного способа возбуждения колебаний (рис. 30, стр. 60.) Общества Bundesanstalt für Bodenforschung (Ганновер),; аппаратура ГК и НГК фирмы Пракла, буровой станок, смонтированный на автомашину типа М-400 фирмы August Göttker Erben GmbH (Ватлинген); со стороны США - переносная аппаратура радиоактивного каротажа фирмы Wellreconnaissance IMC (Далас); со стороны Венгрии: автоматическая электроразведочная аппаратура, работающая на переменном токе (рис. 31, стр. 61.), инженерно-сейсмическая аппаратура, сейсморазведочная аппаратура с магнитной записью и переносная аппаратура электрического и радиоактивного каротажа Геофизического института.

Из показных измерений, проведенных в г.Вишеград, на острове Сентэндре и около с.Чаквар, наиболее значительными были последние. Эти работы демонстрировали, сколько времени требуется для выявления отложений с карстовыми водами, залегающих на неизвестной глубине современными геофизическими-буровыми разведочными работами. Наземная геофизическая съемка занимала всего 2 часа. Различными видами аппаратуры глубина залегания триасовых доломитов была определена, независимо друг от друга, с следующими результатами:

сейсмической (ГФР)	— 160 м
сейсмической (ВНР)	— 154 м
электроразведочной (ГФР)	— 146 м
электроразведочной (ВНР)	— 138 м

Буровым станком ГФР пробурено 160 м за 8 часов. Скважиной были вскрыты обломки доломита на глубине 142 м и свежие доломиты на глубине 148 м. Каротаж скважины радиоактивными методами занял дополнительный час.

★

Вышеуказанные доклады и работы ИАН хранятся в архиве Геофизического института.



## 1.5 ПРОЧИЕ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫЕ РАБОТЫ

В 1969 г. Институтом проводились и работы, не являющиеся частью одной из собственных крупных программ комплексных исследований, а представляющие собой отдельные, изолированные съемки (напр. окончание работ по созданию измерительной сети) или входящие в программу других организаций.

Как известно, наиболее интересные аномалии, выделяющиеся на региональной *геомагнитной карте* масштаба 1 : 200 000 (в настоящее время находящейся в печати) ежегодно систематически подвергаются *детальным съемкам*. Такие съемки являются либо *наземными*, причем работы проводятся магнитометром типа Фанзелау ( $\Delta Z$ ,  $\Delta H$ ), либо *аэросъемками* с использованием феррозондовых магнитометров советского производства и протоннопрецессионного магнитометра венгерского выпуска ( $\Delta T$ ). Целью этих работ, как правило, является определение пространственного положения *возмущающих тел*, вызывающих аномалии. Это стремление обосновывается тем соображением, что одни аномалии не дают всю информацию, которую можно ожидать от применения геомагнитного метода. Однако, опыт, накопленный в течение ряда лет, а также теоретические соображения указывают на то, что на территории Венгрии — и по всей вероятности во всем Карпатском бассейне — количественное определение параметров аномальных масс имеет ограниченные возможности. Причина этого заключается в том, что возмущающие массы представлены располагающимися на различных уровнях магнитными телами стратиграфически различной генерации, не являющимися характерными даже для собственного стратиграфического положения. Так напр. лишь незначительная часть миоценового вулканизма является магнитной. Поэтому в дальнейшем эта деятельность будет значительно сокращена, в связи с чем по этой теме уже здесь не будем останавливаться на подробностях.

Магнитометрические исследования  $\Delta Z$  и  $\Delta H$  проведены в районе *Ясшаг* и в горах *Черхат*, а исследования  $\Delta T$  — в горах Бёржён и Матра и в районе *Ниршег*.

Магнитометрическая съемка района *Черхат* выполняется для дополнения



проводимой там детальной геологической с'емки. В связи с этим результаты этих работ будут излагаться не здесь, а в соответствующей серии карт, выпускаемых Венгерским геологическим институтом. Здесь следует лишь отметить, что однозначно проявлялась магнитность только пироксеновых андезитов.

Результаты магнитной с'емки  $\Delta T$  в районах Бёржён и Речк изложены в главе IЗ, а карта с'емки, проведенной в районе Ниришег, публикуется в главе I.I. По этому поводу необходимо сказать несколько слов, поскольку при этом получены значительные методические результаты. В результате работ, проведенных на различных высотах полета, получены аномалии, которые могут объясняться лишь наличием сложных (располагающихся одно под другим) возмущающих тел. Модельные исследования и теоретические вычисления подтвердили такое их расположение. Это было одной из причин, по которым изменились наши соображения о количественном определении параметров аномальных масс, в которых до сих пор господствовала « идеология » о бесконечных вертикальных магнитных телах. Второй причиной было выявление палеомагнитными исследованиями преобладания остаточного намагничивания вулканических образований. В соответствии с этим были сделаны попытки определить нижнюю поверхность раздела по крайней мере одного из магнитных тел и теперь с довольно большой уверенностью можно сказать, что нижняя граница миоценового вулканизма располагается, в данном районе, на глубине 2500—3500 м. Совместной интерпретацией магнитометрических и сейсморазведочных данных в некоторых случаях удалось определить даже центр вулканизма.

Примером работ, направленных на *дополнение измерительных сетей* служит рекогносцировочная гравиметрическая с'емка, проведенная в междуречье Дуная и Тиссы. На территории нашей страны все еще имеется несколько участков, где проведена лишь вариометрическая с'емка по разряженной сети. Такими являются районы Ясшаг, Ниришег и некоторые небольшие участки в междуречье Дуная и Тиссы.

Для получения единой системы гравиметрических данных, а также исходя из *геодезических* соображений, в 1969 г. работа по дополнению сети гравиметрических пунктов была начата в междуречье Дуная и Тиссы. Была заснята территория площадью 3000 км<sup>2</sup>, плотностью сети равной I станции на 1 км<sup>2</sup> (в рамках темы *геодезической гравиметрии* проведены, в прочем, организационные работы, работы по уточнению основных понятий, по хранению данных на перфокартах и по космическим исследованиям).

Из числа *прочих* работ более подробно будут излагаться две программы. Одна из них — *электроразведка, проведенная на юго-востоке Венгрии* (Бекешский бассейн), а другая — *картаж скважин, пробуренных за счет Государственного фонда геологоразведочных работ*.

В Бекешском бассейне в 1969 г. методами ТТ и ДЭЗ заснята территория площадью 2000 км<sup>2</sup>. Кроме того проводились работы с комплексом методов ДЭЗ и МТЗ, а в порядке опыта применялся метод становления электромагнитного поля (ЗС).

Задачей при этом, как и всегда, являлись определение горизонта с бесконечным сопротивлением  $\rho_{\infty}$  и его геологическая интерпретация.

Модель геологического строения рассматриваемого района была описана в предыдущих годовых отчетах. Вновь полученные данные не дают каких-либо оснований для изменения этой модели.

Полученные результаты будут излагаться, сначала, по методам.

Результаты съёмки *методом ТТ* представлены на карте изоареал (рис. 32, коричневая линия, стр. 67.). Эта карта включает в себя также участок, занесенный уже в 1968 г., где в 1969 г. проведены дипольно-экваториальные зондирования. Для всей карты изоареал, но особенно для ее восточной половины, характерна сильная расчлененность.

Работы *методом ДЭЗ* служили, в первую очередь, для определения суммарного удельного сопротивления осадочной толщи бассейна. С использованием карты изоареал пункты зондирования располагались с таким расчетом, чтобы сократить до минимума воздействие структур на получаемые кривые.

1. В районах с значениями  $A^{-1} > 1,3$  получены, как правило, кривые типа *H*. В этих районах величины  $\rho_{\sigma}$  близки к единице, причем их изменения в горизонтальном направлении сравнительно незначительны ( $\pm 30\%$ ).

2. Там, где значения изоареал превышают 2, основание бассейна залегает, как правило, на значительных глубинах. В таких районах получены кривые типа *A*. Например, в окрестностях г. Бекешчаба горизонт  $\rho_{\infty}$  не был достигнут даже при разносах электродов АВ равных 20 км. Однако, использование величин *S*, полученных магнитотеллурическим методом, позволило интерпретировать данные ДЭЗ и выделить второй опорный горизонт. Это имеет значение, главным образом, для интерпретации кривых следующего типа.

3. В районах, характеризующихся средними значениями изоареал, получены кривые «скрытого» типа *A*, по которым, без знания удельного сопротивления второго опорного горизонта, в определении значения  $\rho_{\sigma}$  могут допускаться погрешности ок. 30—40%.

Геоэлектрическая модель Бекешского бассейна показана на рис. 33 (стр. 68.). Следует подчеркнуть, что глубоко погруженная часть горизонта  $\rho_{\infty}$  едва ли тождественна с доавстрийским фундаментом.

Карта изоом, полученная по результатам ДЭЗ показана на рис. 32 (стр. 67.) синей печатью. Сюда включена и площадь карты изоом, опубликованной в Годовом отчете за 1968 г., поскольку при новой интерпретации (кривые типа *A*) в значительную часть карты пришлось вносить изменения. Короткая характеристика карты изоом сводится к следующему: среднее удельное сопротивление



проводящей толщи имеет высокие величины в глубоких частях бассейна и более низкие (прибл. в два раза ниже) — в краевых частях.

Результаты работ методами МТЗ, МТП и ЗС будут освещаться в отдельных методических отчетах. Но пока эти методы у нас еще не достигли уровня на котором их результаты можно оценить

*Карта глубины залегания горизонта  $\rho_{\infty}$*  (рис. 34, стр. 69.) составлена обычным способом. Она говорит сама за себя, но все же здесь укажем на основные ее элементы. В центре протягивается широкий и глубокий ( $H > 8000$  м) грабен субширотного простирания. Его юго-западная часть представлена возвышенностью Гест-Мезёдьян, находящейся на северо-восточной стороне хребта Пустафёльдвар-Баттонья. По линии Окань-Шаркад эта возвышенность связана с сбросами. Это уже само по себе новое, но также заслуживает внимания несколько небольших локальных выступов, которые могут оказаться перспективными на углеводороды (окрестности Гест-Дорог-Шаркад).

Геологическая приуроченность горизонта  $\rho_{\infty}$  определена лишь в районе Пустафёльдвар-Баттонья, где по данным бурения этот горизонт представлен *доавстрийским фундаментом*. Полученные в средней части бассейна чрезвычайно высокие величины глубин не могут объясняться существующими геологическими познаниями и представлениями. Едва ли вероятно, что доавстрийский фундамент находится на такой глубине, ведь это означало бы, что его ближайшее обнажение (напр. находящийся на расстоянии 50 км горный массив Бихар) образует глыбовую (частично погребенную) гору, подобную по своим размерам горы *Эверест*. Повидимому, горизонт  $\rho_{\infty}$  располагается под доавстрийским фундаментом. Причиной этого являются низкие величины удельного сопротивления мезозойской или палеозойской толщи (на практике с подобной моделью, но на значительно меньших глубинах, мы встечались при работах в районе Черехат).

Карта изоареал северной части рассматриваемого района, заснятой лишь методом ТТ (рис. 32, стр. 67.), кроме перечисленного, обращает внимание на некоторые особенности. Таковы, например, область максимумов, располагающаяся между с.с. Сезёдьян, Гест и р.Шебешкёрёш, максимум, протягивающийся между городами Дьёма и Мезёберень, а также максимум восточнее с. Кёрёштарпа.

В ближайшие годы комплексную электроразведку наиболее целесообразно развивать в указанных районах. Контроль карты глубины залегания горизонта  $\rho_{\infty}$  является задачей сейсморазведки, но не в рамках Геофизического института.

Другая тема, излагаемая более подробно, — это *картаж скважин перспективного бурения*. Эта работа, как и в прошлом, является методической и в то же время основой для разработки промыслово-геофизической аппаратуры (см. раздел 24).



*Полевая* деятельность концентрировалась, в основном, на территории глубоких скважин района гор Марта а также Задунайского Среднегорья.

В районе гор Матра заново исследовались имеющиеся скважины; при этом основной целью была корреляция горизонтов аналогичной фации и рудных зон. В Задунайском Среднегорье скважинами не вскрыты рудные горизонты, поэтому задача каротажных работ была ограничена литологическим расчленением разрезов, интерпретацией интервалов скважин, в которых не получены буровые керны, а также решением технических проблем.

*Методические* работы были направлены, в частности, на усовершенствование метода селективного ГГК. Новая методика отличается от старой, главным образом, в применении сцинтилляционного детектирования. Тем самым предполагалось сократить длину зонда, чтобы уменьшить влияние плотности и увеличить чувствительность измерительной системы к тяжелым элементам.

Дополнительной целью являлась разработка энергоселективной техники измерения, от которой ожидается возможность раздельного прослеживания различных элементов.

Для выявления сульфидных руд, а также для исследования скважин бурящихся на бокситы, применялся метод нейтронноактивационного анализа. При этом целью являлось выделение изотопов алюминия и меди. Установлено, что пик Комптона для алюминия подавляет пик Комптона для меди. При наличии сульфидных руд это оказывается отрицательным фактором, но при наличии бокситов — преимуществом /рис. 35, 36, стр 69/ Факт, что в Венгрии эти работы были первым опитом по применению энергоселективной техники в скважинах.

В 1969 г. двухпараметровым нейтронноселективным зондом производились уже производственные каротажные работы в скважинах различного назначения /пробуренных на воду, руды и т. д./. Главной целью работы 1969. г. было исследование разрешающей способности зонда ННК, с одной стороны, и определение пористости — с другой.

Для последнего применялась эталонная кривая, полученная на модели скважины. Установлена повышенная разрешающая способность метода ННК по сравнению с методом НГК. Новая наземная аппаратура, снабженная переключателем уровня и увеличителем амплитуд, существенно увеличила динамику нейтронного каротажа и позволила более детально изучать кривые. Разрешающая способность кривых ННК зависит от диаметра скважин, поскольку — чем больше диаметр, тем больше количество воды в них /Н/. Очевидно, что аналогично ведет себя пористый слой, заполненный водой. Коэффициент корреляции был определен по литературным данным. По кривым ННК-Т получены явно завышенные значения пористости. Но значения, полученные по кривым ННК-НТ, соизмеримы с величинами, определенными по кривым сопротивления. Метод ННК эффективно применялся в скважинах района гор Матра для выявления трещиноватых зон и зон глинизации.

Параллельно перечисленным работам проведено *полевое испытание* сцинтилляционной аппаратуры, а также 1- и 2-параметровых зондов со счетчиками Гейгера-Мюллера, разработанных в Институте.

Кроме всего этого проведен определенный объем *инженерно-геофизических исследований*: в районе Дорог (поиски на известняки), в окрестностях г.Эгер исследование пустот) и на западе Задунайской области (поиски на воду).





## 2 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ РАЗРАБОТКИ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ



Практика геофизических работ во всем мире подтвердила, что современные комплексные разведочные работы (основывающиеся на использовании нескольких физических параметров), на первом этапе не могут обойтись без знания гравитационных и магнитных параметров, хотя бы для направления работ, проводимых методами, обладающими большей разрешающей способностью, но стоящих дороже (напр. сейсморазведочным методом).

В настоящее время гравиметрический и магнитометрический методы, как правило, не ограничиваются простым вычислением аномальных величин, а, путем применения различных приемов вторичной обработки данных, из них стараются извлечь как можно больше геологической информации.

Подобные стремления могут угрожать опасностью формалистического подхода к решению задач. Вторичная обработка данных, в таких случаях, легко может превращаться в отвлеченную математическую игру. Несколько примеров: вычисление остаточных аномалий, которые могут быть обусловлены различными конфигурациями геологического строения; или же подсчет параметров магнитных возмущающих тел с предположением наличия наклонного тела бесконечного вертикального протяжения с наведенным намагничением там, где фактически существуют почти горизонтальные, линзообразные тела, обладающие преимущественно остаточным намагничением (магнитные вулканические тела) и т.д.

В наших *теоретических* работах этот формалистический подход подвергается резкой критике и они направляются, в основном, на выяснение теоретических ограничений методов определения параметров возмущающих масс (Штомфай, 1971: Анализ однозначности определения возмущающих тел, вызывающих аномалии гравитационного и магнитного полей, *Геофизический бюллетень*, XX. 1—4, в печати.) Теоретические исследования в этой области базируются на самом современном математическом аппарате. Использование ЭЦВМ позволит выбрать соответствующее, неформалистическое решение или комбинацию решений.

*Практические* работы, проведенные в этой области в 1969 г. сводятся к следующему.



Для анализа аномалий  $\Delta T$  аэромагнитной съемки методом продолжения аномальных величин в верхнее полупространство, была составлена программа для ЭВМ, проверенная на теоретической модели. Эксперименты и вычисления показали, что при высоте  $H$  достаточно использовать данные, получаемые с площади  $20 H \times 20 H$  с распределением точек через  $H$  метров. Если при продолжении в верхнее полупространство до данной высоты  $H$  аномальные величины не превышают 200 гамм, то максимальная погрешность составляет 5 гамм. Но даже при  $2H$  погрешность не будет больше 8—10 гамм. Большие погрешности могут ожидать при больших градиентах изменения аномальных величин.

Метод был опробован в районе Ниршег площадью ок.  $40 \times 38$  км при трех различных высотах полета, равных 50, 550 и 1050 м. Расстояние между профилями составляло 500 м. Величины отсчитывались по профилям, в связи с чем отпала необходимость интерполяции. Были построены карты разностей, причем оспреднялись не нулевые величины, а — в зависимости от данной высоты — величины в пределах от —15 до —35 гамм. Отклонения от средней величины не превышают 15% для половины района работ и только для 1% от всей площади они достигли 30 гамм. Причина отклонений пока представляет собой предмет дискуссий.

В рассматриваемом районе работ для вычислений были использованы 6000 данных и в результате получено 3300 продолженных в верхнее полупространство величин, представленных в виде карты. Машинное время таких вычислений вместе с перфорацией, составляет 25 минут.

Вычисление вторых производных аномалий  $\Delta T$  проводилось с использованием двух программ.

В первом из них используются каждый ряд и колонка квадратичной сетки. Эта программа дает информацию только о возмущающих телах, глубина залегания которых приблизительно совпадает с расстоянием точек отсчета.

Во второй программе производится выборочное исчисление производных, причем в вычислениях используется каждая  $k$ -ая точка густой сети пунктов отсчета величин с карты. Благодаря этому можно проследживать возмущающие массы, залегающие на различных глубинах, без повторения отсчета с различными расстояниями между точками.

Для лучшей аппроксимации магнитных тел, залегающих в осадочной толще, была составлена программа, вычисляющая суммарный эффект нескольких однородно намагниченных тел формы параллелепипедов. Эта программа использовалась при модельных исследованиях, связанных с продолжением в верхнее полупространство, для проверки противоположно намагниченных возмущающих тел, вызывающих сливающиеся аномалии, а также с вычислением вторых производных.

Гравитационный эффект трехмерной модели может определяться двумя спо-

собами: путем разделения возмущающих масс на прямоугольные призмы, или же на цилиндрические секторы.

При применении цилиндрических колец вычислительной машиной заранее вычисляются и запоминаются эффекты цилиндрических колец различного диаметра, но одинаковой толщины, равной  $d = 50$  м. Ограничивающим условием величины радиусов является требование, чтобы на кромки цилиндров не приходились точки решетки. Этот прием вычисления оказался быстрым, точным, причем он может использоваться для двух- или многослойных гравитационных моделей.

Подобный способ вычислений эффективно применялся в эталонном районе Надьлендсёл.

Методы вторичной обработки гравиметрических работ являются, как правило, ленийными трансформациями. Такова и так назыв. «фильтрация». Ее преимуществом, по сравнению с другими методами, является возможность любого разделения, подавления или выделения различных «волн» карты поля силы тяжести. Общеизвестная весовая функция Мешко (Мешко, 1967: Интерпретация гравиметрических данных и теория информации, II. Сглаживание и вычисление региональных эффектов. *Annales Univ. Sc. Bud. R. E. Sectio Geol.* Tom. X, 966.) позволяет выделить региональные аномалии различной частоты. По ним получают остальные аномалии.

Некоторые из матриц, выведенных из вышеуказанной функции, применяются для решения различных геологических задач.

В районе Хортобадь было предусмотрено подавить волны низких частот. В связи с размерами матрицы, площадь карты уменьшилась по сравнению с исходной картой, а карта остаточных аномалий хорошо совпадает с картой, полученной стандартным способом с меньшей потерей информации.

В районе Халимба целью фильтрации было выделение волн высоких частот, характерных для бокситовых залежей. Применявшиеся здесь фильтры имели меньшую матрицу, благодаря чему меньше и потеря информации, но в то же время помехи подобных частот и прочие помехи сохранились или даже увеличились.

Несмотря на то, что формулы фильтрации применялись для решения уже конкретных геологических задач, необходимо проверить особенности этих формул на моделях. А для этого было необходимо составить программу для трехмерных тел.

Определение различных частот и предельной частоты является субъективной работой. С использованием данных, полученных как в районе Халимба, так и в районе Хортобадь, была составлена программа для анализа Фурье карты аномалий Буге. Для дальнейшего развития вычислений предстоит проводить синтез Фурье и придать периодичность аномалиям. Подобные вычисления

до сих пор проводились только ручным способом и исключительно только по профилям.

Была составлена и программа для вычисления эффекта  $\Delta g$  сбросов с заданными параметрами. Программа эффективно применялась для решения некоторых инженерно-геофизических проблем. Палетки пока не составлены по техническим причинам.

О теоретических результатах вычисления гравитационного эффекта трехмерных тел сообщается в Геофизическом Бюллетене (Зилахи—Шебеш Л., 1971: Вычисление эффекта  $\Delta g$  трехмерных тел. XX. 1—4 *± находится в печати*)



## 2.2 ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКА

Общеизвестно, что территория Венгрии представляет собой часть довольно глубокого верхнемелового-третичного прогиба (Карпатского бассейна) и, несмотря на свои небольшие размеры, она отличается рядом характерных геолого-геофизических особенностей.

Разработку разведочных методов и аппаратуры мы старались, более или менее сознательно, приспосабливать к этим особенностям. В области электроразведки это означало, что вместо стандартного применения этих методов для изучения небольших глубин, основное внимание уделялось увеличению их глубинности.

Качественные и количественные результаты, получаемые электроразведочными методами при изучении глубоких бассейнов, дают больше информации, чем простая гравиметрическая съемка. В то время, как одним из наиболее значительных принципиальных ограничений гравиметрического метода в Карпатском бассейне является отсутствие корреляции аномалий с фундаментом, глубинность электроразведочных методов ограничивается за счет эквивалентности и наличия экранирующих горизонтов. Но в то же время электроразведка требует гораздо меньше материальных затрат, чем сейсморазведка.

Однако, за последнее время глубинная электроразведка столкнулась с определенными проблемами. Одна из них возникла в районе Нишега, глубинное строение которого недоступно принятому у нас комплексу электроразведочных методов (методы ТТ и ДЭЗ). Вторая проблема обусловлена научно-политическими соображениями: на передний план, все чаще, поступают задачи, связанные с изучением мелких и средних глубин, так напр. в Монголии, в долинах Задунайского среднегорья и т.д. В соответствии с этим, как полевая деятельность, так и работы по разработке методов и аппаратуры, снова начинают направляться на изучение небольших и средних глубин.

Но поскольку глубокие бассейны все же существуют и, поскольку в СССР разработан ряд новых методов для исследования больших глубин (напр. метод переходных полей), наши методические работы направляются и на адаптацию

этих методов — с использованием достижений заграничного приборостроения — к своеобразным условиям Венгерского бассейна.

Определенная часть нашей работы по разработке электроразведочных методов излагается не в настоящем разделе, а в разделе *«Геологоразведочные работы»* поскольку методическая группа Института не в состоянии решить все подобные проблемы. Некоторые из методов (методы потенциалов, становления электромагнитного поля, МТЗ, возбужденного потенциала) пришлось опробовать в процессе производственных полевых работ. В связи с этим о них говорится в разделах о соответствующих районах, напр. в разделах «Район Ниршег», «Задунайское Среднегорье» и т.д.

Приемляемые нами методы с соответствующими типами аппаратуры, а также венгерские и иностранные организации, разрабатывающие или выпускающие отдельные виды аппаратуры, перечислены, в табличном виде, в номере—3-4 бюллетеня «Геологическая разведка» за 1969 г. (Földtani kutatás, 1969, XII, 3-4, Erkel—Kovács).

Настоящий раздел ограничивается описанием работ за 1969 г, носивших характер новых разработок. В обеих нижеизлагаемых темах отражается стремление оснастить электроразведку на мелкие и средние глубины, как можно лучшими видами аппаратуры, а также обеспечить возможность автоматизации и машинной обработки данных в электроразведке.

По теме *«Разработка универсальной электроразведочной аппараты переменного тока с автоматическим отсчетом»* можно говорить о двух достижениях. Первое — это создание и полевое испытание аппаратуры GE—60 для измерения, сопротивления, а второе—решение проблем, возникших в связи с ранее созданной аппаратурой GE—50.

Аппаратура GE—60 сконструирована без существенного изменения основных принципов конструкции серии приборов типа GE, но в ней увеличена выходная мощность источника питания, а также чувствительность измерительного усилителя. В соответствии с увеличенной мощностью, пришлось внести некоторые изменения и в блок управления. Внутренние батареи аппаратуры обеспечивают максимальный выходной ток 25 ма, благодаря чему можно обойтись без внешнего источника питания. Чувствительность измерительного усилителя увеличена за счет того, что путем применения специальных емкостей повышающих селективность, и пониженных сопротивлений, удалось снизить уровень шумов ниже 0,5 мкв. Опыт показывает, что дополнительное снижение собственного шума усилителя возможно при применении усилителя с интегрированными схемами.

Проблемы, связанные с *аппаратурой GE—50*, заключались в скачкообразном увеличении погрешности измерения при разносах питающих электродов, пре-



вышающих 400—600 м (в зависимости от величины  $\rho$ ). В лабораторных условиях такая погрешность характера *учетки* никогда не проявлялась. Накопление других видов погрешностей, не связанных с утечкой (напр. нелинейность цифрового потенциометра) увеличило суммарную погрешность.

Наконец, полевые и лабораторные исследования показали, что погрешность, связанная с утечкой, зависит от распределения сопротивления почвы между электродами и от выходного напряжения. Выяснилось, что вместо простых изолирующих сопротивлений необходимо использовать параллельные импедансы RC, так как импедансы утечки образуют с сопротивлением заземления электродов мостиковую систему. Если этот мостик не скомпенсирован, то между отдельными его пунктами возникает разность напряжения характера помехи. Согласно подсчетам импеданс изоляции необходимо повысить не менее чем до  $10^7$  ом. А в соответствии с этим емкость входного трансформатора должна быть снижена до 25 ПФ. Применением нового типа экранирования (обмотки) а также гидрофобной изоляции достигнуто снижение емкости входного трансформатора с 200 до 27 ПФ, благодаря чему проблема утечки — при указанных разностях — в значительной мере уменьшилась.

Но все же эта проблема не решена для разности АВ = 800 м. При работах методами переменного тока во всем мире встречается подобная проблема, вызванная совокупностью блуждающих токов, скин-эффекта, а также эффектов поляризации и емкости.

Второй важной темой рассматриваемой группы является *усовершенствование методов интерпретации электроразведочных данных*, направленное, в основном, на автоматизацию работ по обработке и интерпретации данных, т.е. на применение ЭВМ.

В настоящее время работы методом ВЗЭ составляют ок. 70 % от всего объема электроразведочных работ, проводимых Институтом. В связи с этим основное внимание уделяется машинной обработке кривых ВЗЭ, но при этом предполагается использовать получаемые результаты для всех методов, дающих подобные кривые. Такими являются *методы МТЗ, частотного зондирования, становления поля, возбужденного потенциала и метод вычитания полей*.

При машинной обработке данных самое значительное затруднение вызвано эквивалентными кривыми. В 1969 г. для выяснения соотношений эквивалентности был проведен машинный анализ сотен кривых типа  $H_{\infty}$ . Диапазон эквивалентности оказался шире ожидаемого.

Для кривых типа  $H_{\infty}$  в международной литературе принято использовать простое отношение эквивалентности  $\frac{s_1}{s_2}$ . Однако машинный анализ показал, что эти зависимости более сложны. В определение глубины это может внести погрешности до 10—30%. В ряде районов работ (как в Венгрии, так и в Монголии) преобладает именно указанный тип кривых, в связи с чем основное внимание уделялось решению этой проблемы. В результате был разработан прием, позволяющий непосредственно интерпретировать эквивалентные кривые. Вы-



числительной машиной были обработаны тысячи вариаций, результаты которых приведены в виде сравнительно простой номограммы, которой можно пользоваться и в полевых условиях.

При разработке семейств трех- и многослойных кривых возникли требования, которые уже не могли решаться программой, разработанной в 1968 г. В то же время работа полевых электроразведочных партий требовала вычисления ряда палеток трех- и даже четырех- и пятислойных кривых. Поэтому была составлена новая программа, предназначенная для подсчета семейств кривых и для автоматического графического их представления (графоматом). Программа позволяет получить кривые с точностью до  $\pm 1\%$  в готовом для печати виде (рис. 37, стр. 79.).

Программой вычисляется сравнительно немного пунктов отдельных кривых; промежуточные величины функции определяются интерполяцией. Интерполяция осуществляется полиномами третьей степени при дополнительном условии, что прилегание должно быть непрерывным и в производных.

Подготовленные таким образом данные пробиваются на перфоленте графомата. Программа не позволяет кривым, сгущающимся около начала координат, нарушить наглядность палетки.

Опыт показывает, что машинный анализ отличается значительно большей разрешающей способностью по сравнению с ручной обработкой данных. Однако, в настоящее время это обстоятельство не может полностью использоваться в связи с сравнительно высоким уровнем помех кривых (равным  $3-5\%$ ). Преимущества машинной обработки смогут полностью проявиться только после решения проблем, связанных с снижением уровня помех (повышением чувствительности приемного прибора и цифровым суммированием).

В рамках рассматриваемой темы проводились работы и по машинной обработке магнитотеллурических данных. Однако, эта работа здесь не описывается, поскольку, по аппаратурным проблемам, она еще не может считаться законченной.

Следует заметить, что составлена программа для определения эллипса импеданса методом сглаживания для работ по магнитотеллурическому методу.

В рассматриваемую группу тем входит и тема «Усовершенствование многоканального магнитотеллурического регистратора». Однако, в настоящем отчете эта тема не будет описываться, поскольку в 1969 г. в этой области существенных достижений не было.

★

Подробности работы по разработке методики и аппаратуры электроразведки, спецификации, параметры, программы, палетки и т.д. изложены в специальных отчетах или в анкетах спец.тем, хранящихся в архиве Геофизического института. Проблема машинной обработки данных подробно рассматривается в одной из статей Геофизического Бюллетеня [Зилахи—Кёрёш: Машинное вычисление и представление многослойных кривых электрического зондирования (Geofizikai Közlemények, 1971, XX. 1—4) в [печати].

Разработка цифровой сейсмической аппаратуры является наиболее значительной программой Геофизического института по конструированию аппаратуры. В 1969 г. эта программа достигла стадии, когда уже актуально осветить ее фон. взаимосвязи и аспекты.

## 2.3 СЕЙСМОРАЗВЕДКА

### 231 ЦИФРОВАЯ СЕЙСМИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА

При разработке аппаратуры необходимо учитывать ряд факторов. Само собой разумеется, что при этом стремления направляются на достижение наиболее высокого уровня, но в то же время необходимо также учитывать особенности нашей страны, причем имеются в виду не только объективные геологические условия, но и такие же объективные финансовые проблемы и вопросы снабжения.

В области разработки цифровой аппаратуры наиболее высокий уровень достигнут в геофизическом приборостроении США. И это объясняется не только развитой индустриальной базой, но и тем, что в США уже разведаны легко изучаемые «хорошие» разведочные районы. Цифровая техника является принудительной необходимостью: крупный объем данных, получаемый при повторных съемках «плохих» разведочных районов, а также при морских работах, специальная, сложная математическая проблематика, возникающая при обоих видах работы, неизбежно требуют применения ЭВМ. А современные *вычислительные машины* «мышлят» в цифрах.

Если разведке на нефть подвергаются «нетронутые», легко изучаемые районы, очевидное превосходство цифровой техники может становиться спорным, поскольку простые задачи могут решаться и при помощи аналоговой техники.

Цифровую аппаратуру целесообразно создать только с широким динамическим диапазоном. А тем самым возрастают и расходы. При исследовании легко изучаемых, неглубоких структур преимущества цифровой техники полностью не используются, хотя даже в подобных районах могут возникать специальные, трудно решаемые проблемы.

И здесь мы подошли к нашей специальной проблеме, сущность которой заключается в следующем. Основная часть территории Венгрии характеризуется неблагоприятными сейсмогеологическими условиями. Наши нефтегазовые месторождения — за исключением одного, среднего по размерам — являются «малыми» по международной классификации. И наконец, в настоящее время на передний план выдвигается изучение глубоких ( $> 4$  км) частей бассейна, где



—независимо от больших затрат — неизбежно применение широкого динамического диапазона регистрации и современных методов обработки данных.

Полевой базой разработки цифровой аппаратуры является трудно изучаемый *Ниршег* (глава II). Это означает, что методические работы тесно связаны с работами по созданию аппаратуры и вся эта деятельность направляется на достижение более высокой эффективности последующих геологоразведочных работ.

Может возникнуть вопрос, почему вместо трудного пути разработки цифровой аппаратуры мы не подбираем путь закупок? Этот вопрос является обоснованным. Но существующее валютное положение не позволяет ни нам, ни соседним социалистическим странам, заменить имеющийся парк аппаратуры целиком за счет импорта.

Следовательно, разработка цифровой аппаратуры в нашей стране не является ирреальной, а обещает определенную рентабельность, даже в том случае, если будет выпускаться небольшая серия аппаратуры, что, впрочем, часто имеет место в геофизике.

К этому еще можно добавить, что Венгрия обладает довольно развитой электронной промышленностью, и, что нам помогает международное сотрудничество. Кажется, удалось осветить фон разработки цифровой сейсмической аппаратуры.

Будучи научно-исследовательской организацией, Геофизический институт работает над *темами*. В предыдущих годовых отчетах разработка цифровой сейсмической аппаратуры описывалась в подразделении по темам, по которым подразделялась сама разработка. В настоящем отчете дается более обзорная, единая картина об этой важной тематической группе. Предполагается, что читатель знаком, или же имеет возможность ознакомиться с предыдущими отчетами, в связи с чем, вместо описания предварительной работы, здесь будут излагаться лишь экономические и научно-политические основы всей деятельности в этой области. История развития *отдельных блоков* (название которых отпечатано курсивом), предполагается известной.

Работы, проведенные по рассматриваемой теме в 1969 г. сводятся к следующему:

#### *Миницентр и подключаемые к нему блоки*

В 1969 закончена работа по разработке и созданию одноканального устройства (*преобразователя аналог-код*), предназначенного для преобразования аналоговых сигналов в цифровой код и для их перезаписи. Создано устройство для ввода цифровых данных в ЭВМ и для простого *графического представления*

обработанных данных. Опытный образец и комплект документации этой установки переданы Оптическому комбинату «Гамма» для производства.

Опытная обработка аналоговых полевых записей с ЧМ на миницентре ограничивалась обработкой данных, полученных по методу однократного перекрытия. Создать предусмотренное планом устройство центрального управления не удалось, в связи с чем цифровая обработка аналоговых данных, полученных по методу ОГТ и ввод полевых цифровых записей в миницентр будут осуществляться в 1970 г. в более современной форме.

Задержка в этой работе была вызвана, частично, дополнительным (непредвиденным) огромным объемом работ по подготовке *вычислительного центра Института (ЭВМ Минск—32)*.

По результатам проведенных между тем исследований целесообразным было предусмотреть разработку *универсального геофизического блока*, который может работать автономно, но может и подключаться как к *миницентру*, так и к *ЭВМ Минск—32* (создание этого блока предусмотрено в 1970 г.). В этот блок будет входить, в частности, и *24-канальный преобразователь* аналог-код.

Рассматриваемый блок делает из аналоговых записей цифровые магнитные записи, аналогичные по своим размерам с полевыми цифровыми записями. Следовательно, миницентр должен быть приспособлен к приему цифровых магнитных записей. Преимущество такой системы заключается, между прочим, в том, что цифровая магнитная запись осуществляется одновременно со всех аналоговых сейсмических каналов — во временной мультиплексной системе, — благодаря чему при обработке данных на миницентре не возникают затруднения в связи с отметкой момента.

Путем внесения изменений в опытный образец печатающего устройства, был разработан и в настоящее время создается новый тип *устройства для построения разрезов*.

Одним из элементов миницентра является *конвольвер*. Были рассмотрены возможности его дальнейшего усовершенствования, но в рамках сотрудничества с ВНИИГеофизикой (Москва) было выяснено, что существующий тип не требует усовершенствования.

### *Разработка полевой цифровой сейсмической аппаратуры*

Результаты, полученные в 1968 г. в области разработки цифровой аппаратуры привели в 1969 г. к заключению двух международных контрактов о сотрудничестве в этой области, основывающихся на конкретном распределении труда. В дальнейшем эти контракты будут непосредственно влиять на программу



наших разработок. Определенные административные факторы замедляли нашу работу в 1969 г., но это обстоятельство, в свою очередь, способствовало ускорению работ по выполнению отечественной программы: разработке *универсальной полевой цифровой сейсмической аппаратуры СУ-24*.

Некоторые узлы последней были созданы досрочно; эти узлы, а также некоторые опытные устройства (дальнейшая разработка которых не предусматривается контрактом) были встроены в автомашину и таким образом создана опытная аппаратура, которая испытывалась длительное время в полевых условиях.

При этих опытных работах применялся прототип специального *бинарного усилителя*, так как предусмотренный усилитель с интегральными схемами не был изготовлен к этому времени. Факт, что мы и не торопились с его созданием в связи с ожидаемой другой спецификацией по контракту.

На работы по завершению *аппаратуры для лабораторного воспроизведения полевых цифровых записей* и для *ввода данных в ЭВМ* также повлияли изменения, предусмотренные в связи с подключением к миницентру.

Операция поиска по времени оказалась излишней, а остальные задачи выполняются как полевым, так и лабораторным устройствами воспроизведения. Целесообразным представлялось создать единое устройство. Это и сделано и новое *полевое устройство для воспроизведения* был создан и испытан в полевых условиях.

Следовательно, разработка отдельного лабораторного устройства воспроизведения уже не предполагается, так как его задачи будут выполняться универсальным геофизическим блоком присоединения. В то же время *цифровой магнитофон*, первоначально предусмотренный в качестве блока лабораторного устройства воспроизведения, был завершен по более высоким требованиям. Так напр. в нем предусмотрен режим замедленного воспроизведения (необходимый при подключении его к ЭВМ Минск-2), благодаря которому расширяется область применения магнитофона (напр. он может применяться для цифровых каротажных работ).

Машинная обработка опытных цифровых сейсмических записей не была выполнена в связи с отклонением программных скоростей от номинальных, а также с перемещением ЭВМ Минск-2.

*Цифровой магнитофон* (накопитель цифровых данных на магнитной ленте) (рис. 38, стр. 84.) был первым устройством, переданным для производства. Предполагается, что выпускаемый магнитофон будет надежно работать в полевых условиях.

Следует отметить, что в качестве переходной памяти миницентра был создан вариант, работающий по принципу бесконечной петли.



С использованием накопленного за последние годы опыта, в 1970 г. работа по разработке аппаратуры будет продолжаться в соответствии с вышеуказанными контрактами. Некоторые из устройств будут отвечать менее высоким требованиям, но они представляют собой части быстро завершаемой аппаратуры. К остальным же устройствам предъявляются высокие требования и они будут входить в аппаратуру, разрабатываемую по перспективным планам. Первый опытный образец всей аппаратуры будет создан приблизительно в 1971 г.

В 1970 г. будет завершено создание универсальной полевой цифровой аппаратуры типа SzU -24. По контракту эта аппаратура будет принадлежать Академии Наук ВНР, но в ближайшие годы она будет эксплуатироваться Институтом, при глубинном сейсмическом зондировании земной коры. Предполагается, что цифровая техника повысит качество сейсмических работ и в области изучения земной коры.

Установка ЭВМ Минск-32 в центральном здании Института предусмотрена к концу 1970 г. Работа по разработке аппаратуры, для которой необходима ЭВМ, будет зависеть от темпов установки этой машины.

## 232 РАЗРАБОТКА ИНЖЕНЕРНОГЕОФИЗИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И АППАРАТУРЫ

Как уже было указано в предисловии, все более повышаются запросы в области инженерных и гидрогеологических задач. Сущность проблем определяется, как правило, не характером задач, а необходимостью изучать мелкие глубины. В связи с этим, по сути дела, сюда входят и работы по поискам и разведке месторождений полезных ископаемых, залегающих на небольших глубинах. Пути решения задач не различаются между собой в такой степени, как это можно было бы ожидать по значительной разнообразности поставленных перед этими работами целей. Сущность заключается в изучении мелких глубин.

После проведения некоторых начальных полевых экспериментов (в 1954—1955 гг.) рассматриваемая деятельность не развивалась и только за последнее время она начинает возобновляться. В некоторых развитых странах в этой области накоплен гораздо больший опыт, т. е. для изучения мелких глубин были разработаны специальные методы и аппаратура. Указанное возобновление этой деятельности у нас сначала означало только уменьшение масштабов (т.е. применение более коротких профилей, меньшего шага сейсмоприемников). Только за последнее время начинает развиваться специальная сейсмическая методика и аппаратура для исследования мелких глубин.

Сначала наши разработки не выходили за пределы ударного способа возбуждения упругих колебаний. Затем была разработана цифровая установка для измерения интервалов времени. Однако, применение последней ограничивается за счет того, что при этом не получаются динамические характеристики. Предполагается увеличить эффективность ударного способа возбуждения упругих колебаний путем применения электромеханических устройств. Кроме того необходимо упростить регистрацию, поскольку при таких работах отсутствует самоходная полевая лаборатория, т.е. сейсмостанция. В настоящее время такими соображениями определяется наша работа по разработке инженерносейсмической аппаратуры, в области которой в 1969 г. были достигнуты следующие результаты.

Переносная сейсмическая аппаратура *Пионер-2* для изучения мелких глубин по методу преломленных волн, была усовершенствована путем внесения некоторых изменений в ее контуры. Были сделаны попытки использовать в аппаратуре *Пионер-2 ультрафиолетовую регистрацию*, однако, имеющаяся бумага не оказалась довольно чувствительной. В настоящее время изготавливается подходящая кварцево-оптическая линза.

Также усовершенствован *электромеханический генератор импульсов*, называемый нами „электрической пушкой“. Его испытание было проведено только при сейсмокаротажных работах. Недостатком этого генератора является низкая энергия, а также то обстоятельство, что в нем применяются импортные (дорогостоящие) конденсаторы.

Создан новый вариант одноканальной цифровой установки для измерения интервала времени типа *Ботонд-III* с стабильной схемой. Тем самым завершена разработка серии установок типа Ботонд.

Создана *электронная схема* для пяти *радиопередатчиков*, дающих сигналы через I сек.

С использованием деталей старой 12-канальной станции была создана *12-канальная приставка* для полевых работ по определению ЗМС.

Кроме вышеперечисленного были проведены работы по измерению колебаний промышленного происхождения и кодированию полученных данных для их машинной обработки.

Основной задачей рассматриваемой темы является разработка ультрафиолетовой записи, имеющей большое значение и при разработке цифровой аппаратуры. В дальнейшем одной из задач в этой теме будет внедрение метода ОГТ и — возможно — магнитной записи в инженерную сейсмоку.



В рамках исследовательской работы по цифровой обработке сейсмических данных, помимо работ с программами, разработанными в предыдущие годы, в 1969 г. в Институте опробовалось несколько новых приемов. 8-мидорожные перфоленты, управляющие устройствами миницентра для ввода поправок, состояются вычислительной машиной уже в производственном масштабе. Кроме того, составлена новая программа для ввода поправок с многократной растяжкой.

Разработка цифрового магнитофона (раздел 231) находится также на этапе проверки вычислительной машиной. Составлена программа для ввода в ЭВМ информации, хранящейся в цифровом магнитофоне, причем имелась в виду возможная перегруппировка, требуемая при дальнейших разработках. Системой программ предусмотрены выбор записей, демуплексация и восстановление по БРУ.

Составлены *контрольные* программы для проверки преобразователей аналог-код и код-аналог (аналогичные разряды, синусоидальные кривые, ступенчатые синусоидальные кривые).

С использованием вспомогательных блоков цифровой сейсмической аппаратуры и программ в 1969 г. была проведена предварительная обработка данных профиля Nuis-68/1, проведенного по методу ОГТ. Последовательные операции обработки сводятся к следующему:

- перезапись сейсмограмм при помощи преобразователя аналог-код на магнитную ленту ЭВМ
- выдача исходных данных из вычислительной машины;
- ввод первичных статических и динамических поправок при помощи ЭВМ;
- контрольное представление исправленных сейсмограмм;
- определение и ввод остатчных поправок;
- накопление сигналов заданных каналов (НАКОПЛЕНИЕ I) и представление суммо-трасс;
- перераспределение информации сейсмических каналов по принципу ОГТ
- ввод вторичных остатчных поправок;
- накопление данных соответствующих исправленных каналов (НАКОПЛЕНИЕ II) и представление суммо-трасс;
- взвешанное суммирование (смешивание по I-2-5-2-I) и представление результата (НАКОПЛЕНИЕ III).

Обработка данных при помощи существующей машины требует большого затрат времени и работы. Составлен ряд новых программ: напр. НАКОПЛЕНИЕ (суммирование каналов по заданному порядку), „TG” (сбор информации каналов программы НАКОПЛЕНИЯ). Программы являются автоматическими и соответствуют, по своей системе, стандартным приемам сейсмического программного языка.



Для сокращения времени обработки, кроме вышеизложенных программ первичной обработки, было составлено или перезаписано большое количество новых программ. В качестве примера приводятся некоторые из них:

- подпрограмма для вычисления изменяющегося во времени оператора фильтрации для заданного момента;
- программа для определения осей коррелограмм, служащих для определения поправок, вводимых в скоростную функцию;
- программа скоростной функции *Гаротта-Мишон* (с незначительными изменениями);
- программа для определения: убывающей кинематической энергии волн; зависимости преобладающей частоты и амплитуды от величины заряда, а также коэффициента поглощения, зависящего от частоты.

★

Как это было выяснено по времени проходки сейсмических программ уже в предыдущие годы, быстроедействие ЭВМ Минск-2, а также мощность ее памяти не удовлетворяют требованиям, возникающие при обработке сейсмических данных. В связи с этим началась подготовка применения ЭВМ Минск-32, устанавливаемой в 1970 г. и характеризующейся большей мощностью.

Подробная спецификация и техническая характеристика вышеописанных типов аппаратуры изложены в специальных отчетах и тематических анкетах, хранящихся в архиве Института.

## 2.4 ПРОМЫСЛОВАЯ ГЕОФИЗИКА

Наши партнеры по промысловой геофизике (в первую очередь Трест нефтяной и газовой промышленности), в соответствии со своими современными задачами, поручили Институту разработку некоторых зондов для работы в условиях высоких температур и давления. Эта задача является не просто механической, так как перечисленные факторы означают не только линейное увеличение нагрузки на электрические схемы, а вызывают совершенно специальные проблемы.

В 1969 г. больше чем 50% от всего объема работ по промысловой геофизике было направлено на разработку аппаратуры и меньше чем 40% — на методические работы. Был проведен значительный объем полевых работ и хотя часть их носила методический характер, они излагаются в разделе 15, поскольку в их результатах преобладают геологические элементы. Указанное соотношение объемов работ оказывается неблагоприятным с точки зрения методических исследований и указывает на недостаточное методическое обоснование некоторых из тем по разработке аппаратуры.

В области сверхвысоких температур основная методическая проблема обусловлена незначительной изменчивостью изучаемых параметров (в частности при наличии бурового раствора на масляной базе). Именно поэтому, помимо изучения простого гамма-излучения, применяется и энергоселективный вариант метода, внедрен метод НК и проводятся исследования по внедрению индукционного каротажа.

Необходимость повышения точности измерений требует разработки различных типов сцинтилляционных зондов РК а также электронных схем для измерения проводимости с высокой степенью приспособляемости.

Как было указано в разделе 231, преобладающее большинство наших нефтегазоносных структур находится в трудно изучаемых районах. Это обстоятельство влияет отрицательно не только на сейсморазведку, но вызывает своеобразные, серьезные проблемы и в области промысловой геофизики (напр. низкая минерализация пластовых вод).

Более глубокие скважины, все увеличивающееся количество данных, получаемых новыми методами, автоматизация и более объективные приемы интер-



претации, а также разработка цифровой каротажной аппаратуры требуют внедрения вычислительной техники также в промышленную геофизику.

Таковыми принципами и соображениями определялась деятельность Института в области промышленной геофизики, в рамках которой в 1969 г. были решены следующие конкретные задачи.

Одной из основных тем была разработка *теплостойкой аппаратуры радиоактивного каротажа с газоразрядными (полупроводниковыми) детекторами*. В сотрудничестве с Трестом нефтяной и газовой промышленности продолжалась начатая в предыдущем году разработка специальных теплостойких скважинных снарядов РК. Изготовлены зонд и наземная аппаратура 2-канальной приставки к каротажной станции для работ при температурах до  $250^{\circ}\text{C}$  (рис. 39, стр. 90.).

Закончено создание элементов *наземной аппаратуры управления и обработки импульсов*, а именно: *двух линейных счетчиков, генератора для распределения и эталонирования импульсов, универсального стабилизированного источника питания и преобразователя сетевого напряжения*.

Сделан определенный шаг вперед в области создания скважинного прибора теплостойкостью до  $270^{\circ}\text{C}$ . Дальнейшей целью является повысить теплостойкость до  $300^{\circ}\text{C}$ . Продолжались работы по созданию скважинных снарядов ГК и НК теплостойкостью до  $180^{\circ}\text{C}$ .

Проводилась работа по усовершенствованию *сцинтилляционной аппаратуры РК* (рис. 40, стр. 91.). Основным элементом этой разработки является вариант скважинного прибора с малым диаметром. Требования к теплостойкости этого зонда не превышают  $100^{\circ}\text{C}$ , что позволяет применять в нем электронные детали выпускающиеся в Венгрии. Скважинный снаряд построен по системе сменных блоков, а диаметр его составляет 60 мм, при чувствительности 190 счетов в минуту/микрорентген/час.

Кроме того, по этой же теме были проведены исследования по выяснению возможности применения для наших целей сцинтилляторов типа ЛДМН советского производства. Однако, окончательной целью является разработка собственных теплостойких нейтронных сцинтилляторов.

Для усовершенствования *энерго-селективных скважинных снарядов* разработаны высокоточные схемы (для повышения качества передачи сигналов). Однако, увеличение разрешающей способности (10—12%) ограничивается за счет степени теплостойкости фотоэлектронного умножителя, в связи с чем на заданных высоких температурах разрешающая способность даже снижается на 3—4%. Предполагается повысить теплостойкость аппаратуры до  $200^{\circ}\text{C}$ . Схемы зонда построены на транзисторах, но для сцинтилляционного детектора необходимо



применять специальную термоизоляцию. Для этой цели наиболее подходящим оказывается сосуд Дюара.

Однако за счет применения последнего диаметр зонда увеличивается до 100 мм.

По теме каротажной аппаратуры с «спектральной частотой» в окончательной форме были разработаны схемы аппаратуры. Предусмотренная селективная система передачи спектральной частоты по общей кабельной жиле (при помощи электронной схемы скважинного прибора) не была осуществлена. Проведено повторное испытание всего комплекса аппаратуры в лабораторных и полевых условиях: измерения проводились в ряде скважин.

По теме «методика и аппаратура индукционного каротажа для измерения проводимости» в 1969 г. не были достигнуты значительные результаты.

Акустическая каротажная аппаратура, приобретенная из ДГР в 1968 г., после соответствующего испытания, в 1969 г. уже эффективно применялась для измерения скоростей распространения сейсмических волн, для определения качества цементации, а также для определения пористости. Получаемые при помощи этой аппаратуры данные используются и в области сейсмических методических работ для составления синтетических сейсмограмм.

По теме «Калибровка аппаратуры радиоактивного каротажа и нейтронное моделирование» проводилась калибровка вышеперечисленных скважинных снарядов и были составлены диаграммы поправок.

Были сделаны попытки разработать теоретические и практические основы методов нейтронного каротажа. В методе ННК наиболее значительным элементом является стеклянная труба, для которой были определены рабочие параметры. Эталонная кривая калибровочных работ по методу НГК была построена для длины зонда, равной 55 см. При исследованиях основное внимание уделялось определению зависимости между длиной зонда, пористостью и скоростью счета.

Работа по лабораторному активационному анализу при помощи генератора нейтронов проводится в Институте уже в производственном масштабе по заказам от промышленных организаций. Принципы и методика этого анализа известны. Заслуживает внимания разработанный и созданный в Институте автоматический анализатор для выделения боксита (автоматический нейтронно-активационный анализатор, рис. 41, стр. 93.).

Проведены дополнительные исследования по одновременному выявлению вольфрама и марганца. В этой работе применялась машинная обработка данных.

В сотрудничестве с Трестом нефтяной и газовой промышленности продолжались исследования по чувствительности скважинных генераторов нейтронов типа ИГН советского производства, применительно к параметрам пластовых вод, встречающихся в Венгрии. Для этой цели была создана высокоточная 5-канальная наземная аппаратура управления и регистрации.

Не достигнуты значительные результаты по теме *«Машинная обработка промыслово-геофизических данных»*. Всего лишь были сделаны попытки усовершенствовать существующую программу для выделения границ пластов и были составлены некоторые варианты программы напр. для определения пористости по кривым акустического каротажа, для определения кажущегося сопротивления пластовых вод по кривым ПС.

Работы по теме *«Создание цифровой каротажной аппаратуры»* осуществляются в сотрудничестве с Трестом нефтяной и газовой промышленности и с Центральным физическим институтом. В 1969 г. была составлена спецификация этой аппаратуры. В настоящее время в основе этой аппаратуры лежит цифровой магнитофон, описанный в разделе о разработке цифровой сейсмической аппаратуры (231).

★

Спецификация и техническая характеристика вышеперечисленных видов аппаратуры изложены в специальных отчетах и тематических анкетах, хранящихся в архиве Института.





# 3 ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ



### 3.1 ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЯЮЩИХСЯ ВО ВРЕМЕНИ СИЛОВЫХ ПОЛЕЙ ЗЕМЛИ

По рассматриваемой теме в 1969 г. также были проведены значительные работы, представляющие международный интерес. Важнейшая и непрерывная часть этой деятельности осуществляется *Тиханьской обсерваторией*. Здесь проводится регистрация все возрастающего количества параметров, охватывающих в настоящее время, практически, почти все области геофизики.

Непрерывно регистрируются медленные вариации *горизонтальной и вертикальной составляющих геомагнитного поля*, а также *склонения*.

Была зарегистрирована и подготовлена к машинной обработке *кривая земных приливов* с февраля 1968 по июнь 1969 г. Но кроме регистрации разработаны и некоторые аппаратные вопросы и записи были подвергнуты специальному анализу. Проводились исследования по автоматизации регистрации вариаций поля силы тяжести.

В сотрудничестве с Геофизической кафедрой Будапештского университета им. Этвеша начато создание уже разработанного *протонно-прецессионного магнитометра*. Работа идет довольно медленными темпами в связи с загруженностью мастерской тонкой механики Института.

Завершена постройка здания *Сарваишской обсерватории*. Приборы с магнитной записью подготовлены к установке в обсерватории.

*Регистрация атмосферных помех* проводилась также в сотрудничестве с Геофизической кафедрой университета. В ряде случаев были зарегистрированы отчетливые сигналы шумов (уистлеров), которые затем анализировались при помощи «сонаграфа»

Работа обсерватории, как правило, не ограничивается простой регистрацией, а получаемые данные рассылаются потребителям: полевым партиям или иностранным смежным организациям. Одной из форм опубликования данных является «*Ежегодник Обсерватории*», появляющийся из года в год. Его выпуск начался сравнительно поздно; пришлось ликвидировать значительное отставание, в связи с чем в 1969 г. вышел в свет выпуск Ежегодника за 1964 г. Подготовлены к печати выпуски за 1965—1968 гг., следовательно отставание будет скоро ликвидировано.



По зарегистрированным данным специальными анализами составляются *синтезы по физике Земли*, которые публикуются в различных журналах или же в виде докладов. Так напр. в 1969 г. *причина асимметрии всей массы Земли* изучалась с использованием зональных сферических функций.

Как известно, в соответствии с международным соглашением о сотрудничестве (КАПГ), нормальное магнитное поле для Венгрии определяется не только через каждые 10 лет, а — в пунктах, выбранных для определения вековых вариаций — через каждые 2 года. Полевые работы проводились в 1968 г. а в 1969 г. выполнялась окончательная обработка полученных данных.

На международных конференциях наши работы подобного характера, как правило, положительно оцениваются, причем отмечается и регулярность, с которой данные рассылаются.

Старой проблемой в этой области является вопрос о сотрудничестве с обсерваториями соседних стран. В 1969 г. проводилась конкретная увязка: сотрудники Геофизического института УССР проводили измерения параметров  $D$ ,  $H$  и  $T$  в Тиханьской обсерватории собственными приборами. Подонные работы с нашими приборами в г. Киеве предусмотрены на 1970 г.

## 3.2 ПАЛЕОМАГНИТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Палеомагнитные исследования проводятся Институтом в тесном сотрудничестве с Геофизической кафедрой Будапештского университета им. Этвеша. В 1969 г. был достигнут значительный количественный и качественный уровень этих работ. Институт участвовал в международном сотрудничестве (КАПГ) и о порученной нам задаче (палеомагнитное исследование образцов горных пород, отобранных в Польском среднегорье) в июне 1969 г. был прочитан доклад в г.Киеве.

В пределах нашей страны деятельность в рассматриваемой области концентрировалась на вулканических горах северного горного района. Так напр. подробно изучались породы, слагающие горы Матра, причем было установлено, что жилы приурочиваются здесь к основным извержениям.

В районе год Бёржён палеомагнитные исследования были начаты в 1969 г. Установлено, что горные породы, связанные с начальной стадией вулканической деятельности и с пароксизмом вулканизма, отличаются положительным намагничиванием, а продукты окончательной стадии вулканизма — отрицательным.

Связывая стратиграфическое положение и палеополярность вулканизма гор Матра с этими же показателями гор Бёржён, был сделан вывод о том, что Бёржёнский пароксизм как раз кончился, когда началась вулканическая деятельность в горах Черхат и, в то время, как в районе гор Матра она распространилась повсеместно.

Значительным результатом наших работ является выявление естественного остаточного намагничивания и соотношения Кёнигсберга. *Остаточное* намагничивание изученных горных пород, противоположное современному полю, в некоторых случаях во много раз превышает величину *индуцированного* намагничивания.

И здесь палеомагнитные исследования связываются с полевыми магнитометрическими работами, т.е. с работами по вычислению глубины залегания возмущающих масс, и они в значительной мере способствовали развитию новой концепции в этом отношении.

### 3.3 Глубинное сейсмическое зондирование земной коры

Работы по ГСЗ проводились в 1969 г. по международному профилю № V. в рамках польско-чехословацко-венгерского сотрудничества. Этот меридиональный профиль общей протяженностью в 350 км начинается на территории Польши, протягивается через Чехословакию и поступает на территорию Венгрии у с. Хидвегардо, где он продолжается до р.Тиссы.

В процессе совместных работ взрывы проводились в пяти пунктах. В том числе по два ПВ располагались на территории ПНР и ВНР и один — на территории Польши.

Профиль переходит через районы с различным тектоническим строением: через Карпаты, Низкие Татры и горный район северной Венгрии. Это обстоятельство отрицательно влияло на непрерывность наблюдений и на корреляцию осей синфазности.

Работы проводились методом КМПВ в т.н. системе критической точки отражения. Максимальное расстояние наблюдений составляло 150 км.

По первым вступлениям прослеживалась граница раздела с граничной скоростью ок. 6000 м/сек, залегающая по профилю на глубине в среднем 5 км (рис. 42, стр. 100.). В связи с сильной расчлененностью рельефа ветви географов (как первых, так и последующих вступлений) оказались сильно искаженными, что затрудняло точное определение как кажущихся, так и истинных скоростей.

Последующие вступления прослеживаются непрерывно только по коротким участкам профиля. По ним выделяется промежуточная поверхность с граничной скоростью ок. 7000 м/сек, залегающая на глубине ок. 20 км. На представленном разрезе (рис. 42, стр. 100.) пунктиром показаны места перерыва прослеживаемости этих вступлений.



Волны, полученные с поверхности Мохоровичича, характеризуются, как правило, повышенной четкостью и они прослеживаются довольно непрерывно, Но эти волны появляются только в качестве последующих вступлений и только на участках профиля, приходящихся на территории ЧССР и ВНР. (Уместно отметить, что совместное согласование полученных данных было проведено с чехословацкими коллегами, но еще не проведено с польскими коллегами.) Годографы характеризуются гиперболообразной вогнутостью, что указывает на то, что волны носят характер отражений. Граничная скорость, подсчитанная по преломленным волнам, составляет — как по остальным ранее проведенным профилям ГСЗ — 8100 м/сек.

Глубина залегания поверхности Мохоровичича составляет 26 км на южном участке профиля и увеличивается в направлении к территории ЧССР, равняясь 27 км около государственной границы. Высокие величины времен вступлений, полученные из польского пункта взрыва, указывают на большую мощность коры под Карпатами, равную приблизительно 35—40 км. Однако, более точное определение мощности будет возможным только после совместного согласования полученных данных заинтересованными сторонами.

### 3.4 РЕГИОНАЛЬНЫЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ВЕНГРИИ

Анализ медленно изменяющихся силовых полей Земли, региональная интерпретация аномалий поля силы тяжести Карпатского бассейна, геотермические и электромагнитные исследования, а также глубинное сейсмическое зондирование земной коры позволили построить в 1969 г. тектоно-геофизическую модель Карпатского бассейна. Эта модель не согласуется с существовавшими до сих пор соображениями о происхождении и строении Карпат и Карпатского бассейна, но хорошо согласуется с данными, полученными вышеперечисленными геофизическими методами.

Основным элементом этой модели является малая мощность коры под бассейном и большая мощность ее под Карпатами (Флишевой зоной). По строению земной коры можно судить о времени, или даже одновременности образования внешней флишевой зоны Карпат и самого Карпатского бассейна, можно выяснить механизм образования бассейна, а также делать заключение о том, что погружение бассейна, начавшееся в верхнемеловое время, обусловлено стремлением коры к достижению изостатического равновесия.



Все это изложено с подробным анализом в отдельном издании на английском и русском языках, подготовленном к конгрессу Карпато-Балканской геологической Ассоциации, состоявшемуся в 1969 г. в г.Будапеште. Эта тема считается пока законченной и указанная модель будет подвергнута пересмотру только после накопления значительного объема новых данных.



# 4 ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ ЗАГРАНИЦЕЙ





## 4.1 КОМПЛЕКСНЫЕ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ РАБОТЫ В МОНГОЛИИ

В рамках Венгерско-Монгольского контракта в 1969 г. в аридной зоне Монголии работали две партии геофизической экспедиции.

Задачей геофизических партий было выделение пунктов для бурения скважин на воду в районах:

- где еще не проводилась предварительная геофизическая съемка;
- где по данным предварительной разведочной работы или без таковых уже были пробурены скважины, которые, однако, оказались безводными (в таких районах нужно было выяснить и причину непродуктивности старых скважин).;
- где, для расширения водоснабжения, требовалось заложить дополнительные скважины.

Одновременно с проведением разведочных работ в задачу партий входило теоретическое и практическое обучение монгольских специалистов.

Разведочные работы проводились с использованием аппаратуры венгерского производителя — за исключением гравиметров — и с участием по 5 венгерских специалистов в работе партий. В соответствии с опытом, накопленным за предыдущие годы, применялись электроразведочные методы (ВЭЗ и ТТ) и гравиметрический метод.

Экспедиция работала под руководством Проектно-изыскательного института водного хозяйства МоНР. Этим институтом намечались непосредственные задачи партий, выделялись районы работ, обеспечивался штат монгольских ИТР и подсобных рабочих, а также разрешались вопросы о финансовых, технических и прочих условиях.

Районы работ партии № 1 располагались в Западной Монголии в аймаке Увс, в окрестностях самонов Завхан и Цаган-Хаирхан, где ранее проведенные поисковые работы и спорадически заложенные скважины не дали удовлетворительных результатов. До проведения наших работ в обоих районах был пробурен ряд скважин на мелкие и средние глубины, оказавшихся безводными.

В процессе комплексных геофизических работ 1969 г. на обширной области (площадь района Завхан равна  $1600 \text{ км}^2$ , а района Цаган-Хаирхан —  $1000 \text{ км}^2$ )

были обследованы все стурктуры, представляющие гидрогеологический интерес и на наиболее перспективных участках были выделены пункты для заложения скважин: 6 в районе Завхан и 2 в районе Цаган-Хаирхан.

Районы работ располагаются в области Больших Озер Западной Монголии на склонах горных массивов. Высотные отметки бассейнов и долин колеблются в пределах от 1000 до 1300 м, а окружающие их горы возвышаются 500—1000 м выше. Среднегодовое количество осадков едва превышает 100 мм, в связи с чем пологие склоны покрыты скудной растительностью, в основном, полупустынного характера.

Горные массивы, обрамляющие район работ *Завхан* с юга, запада и севера, слагаются древнепалеозойскими магматическими и метаморфическими горными породами. Этот *кристаллический фундамент* представляет собой и *основание* местных бассейнов.

В гидрогеологически перспективных бассейнах эти образования перекрываются континентальными отложениями — в основном четвертичного возраста, характеризующимися переменной мощностью (галечники, пески, глины, лёсс). Но в южной части района имеются и неогеновые отложения (конгломераты, глины, песчаники.

В результате проведенных геофизических работ было выяснено, что в центральной части равнинного бассейна выступ фундамента широтного направления поднимается почти до дневной поверхности. Севернее этого выступа поверхность основания бассейна сильно расчленена, причем максимальная глубина залегания его составляет 350 м. Основание представлено гранитами с бесконечными величинами сопротивления, а также вулканогенными кембрийскими породами сопротивлением 400—800 *ом.м.*

В южной части района основание наклонено в юго-восточном направлении, причем его поверхность сравнительно равномерно опускается на глубины до 600 м. В указанных двух бассейнах осадочная (аллювиальная) толща имеет также различное строение.

На севере нижняя часть осадочной толщи мощностью 200—250 м слагается песками, глинами сопротивлением 60—80 *ом.м.* В верхней части этой толщи встречаются гравийные, галечниковые образования сопротивлением 150—200 *ом.м.*

На юге над основанием залегают глины сопротивления 6—12 *ом.м.* и только в верхней части осадочной толщи встречаются глинистые пески, характеризующиеся повышенными величинами сопротивления, равными 35—50 *ом.м.*

Водоупорным горизонтом в северной части является само основание, а на южной части — поверхность глинистой толщи. Залегающие над водоупорным горизонтом отложения оказываются удовлетворительными при местных условиях водоносными породами. Бурить скважины на воду рекомендовалось в участках, где по данным исследований:



1. имеется слой с перспективными для водоносности параметрами, характеризующийся соответствующей протяженностью как в горизонтальном, так и в вертикальном направлениях;
2. перспективный на водоносность слой подстилается водоупорным горизонтом;
3. площадь водосборного района превышает  $150 \text{ км}^2$ .

Эти условия выполняются в трех значительных по размерам участках. В каждом из них рекомендовалось бурить по 2 скважины, а именно одну мелкую и одну более глубокую.

В районе *Цаган-Хаурхан* развиты 4 независимых друг от друга системы долин, окружающих горными массивами с высотными отметками 1600—1700 м. Разделяющие долины обнажения состоят из нерасчлененных древне- и новопалеозойскими метаморфическими и осадочными отложениями.

На южных и северных склонах гор залегают четвертичные континентальные отложения (гравий, пески глины, лёсс).

В рассматриваемом районе работ проводились гравиметрические работы и работы методом ВЭЗ. Применение метода ТТ уже заведомо не предполагалось в связи с вероятным значительным искажением поля теллурических токов в сравнительно узких долинах.

Контуры долин, заполненных молодыми аллювиальными отложениями, четко отражаются на рельефе дневной поверхности. Однако, в долинах шириной в 5—6 км и протяженностью 10—20 км, мощность наносов сильно изменяется, достигая местами 400—500 м. Тем самым объясняется и непродуктивность ранее пробуренных мелких скважин, так как они дошли до верхней, сухой части толщи осадков или наносов, представленной галечниками.

Гравиметрические работы, наряду с качественным определением изменения глубины залегания фундамента, оказали также помощь в изучении вещественного состава последнего. Это имело значение тем более, что интерпретация данных ВЭЗ затруднялась за счет двух факторов: 1. оба типа встречающихся здесь оснований, представленных, соответственно, гранитами и известняками, характеризуются бесконечными величинами удельного электрического сопротивления; 2. в одной из долин в электрических разрезах двух профилей выделяется слой мощностью в несколько сот метров и сопротивлением 8—10 ом, поверхность которого залегает на глубинах ок. 180—200 м.

В случае 1. граница раздела гранитов выделяется по данным гравиметрии благодаря меньшим величинам плотности гранитов по сравнению с известняками.

В случае 2., хотя и по гравиметрическим данным получается максимум, но отложения, характеризующиеся низкими величинами сопротивления, рассматривались как хорошо проводящие метаморфические породы, так как наносы не могут иметь такую большую мощность.

В рассматриваемом районе было выделено 2 пункта для бурения скважин с максимальной предполагаемой глубиной до 170 и 300 м. Предполагается, что водоносными оказываются глинистые, песчаные отложения, характеризующиеся сопротивлением 60—75 *о.м.м.*

Район работ партии № II. был выделен в окрестности самона *Мандал-обо*, располагающегося в аймаке Южной Гоби. Площадь района составляет ок. 2000 км<sup>2</sup> и представлена аридной зоной, протягивающейся около границы аймаков Средней и Южной Гоби. Изучение всей зоны будет продолжаться несколько лет.

В топографическом отношении район является расчлененной равниной, располагающейся по обе стороны реки Онгийн с пологим наклоном к югу, и ограничивающейся с северо-запада горным массивом. Северная часть равнины представлена степью с скудным травяным покровом, южная часть — полупустыней, с баржанами, подлесками, а югозападная часть — непроходимой песчаной пустыней.

Район работ характеризуется сложным, нарушенным геологическим строением.

Основанием локальных бассейнов считается толща магматических, метаморфических и осадочных пород (последние местами пронизаны эффузивами), охватывающая породы от среднего палеозоя до мела. Эта толща перекрывается молодыми континентальными осадочными или аллювиальными отложениями.

В предыдущие годы в рассматриваемом районе были пробурены 3 скважины, которые учитываются Проектно-изыскательным институтом водного хозяйства МоНР как работающие скважины. Однако, в действительности ни одна из них не работает, что может быть связано и с техническими причинами. Водоснабжение обеспечивается колодцами.

Предварительные разведочные работы показали, что для получения воды имеются две возможности:

— там, где фундамент залегает не глубже 300 м, вода может быть получена из слоя, залегающего непосредственно над фундаментом, или же из верхней, выветрелой части самого фундамента;

— там, где фундамент залегает глубже 300 м, водоносные пласты необходимо искать в покровной толще.

Разведочные работы проводились методами гравиметрии, ТТ и ВЭЗ.

По данным гравиметрической съемки были построены карта аномалий Буге и карта остаточных аномалий, а по методу Скилса проводилось определение глубины залегания аномальных масс.

По данным метода ТТ были построены карта изоареал и карта направлений осей эллипсов. На этих картах качественно отражаются изменения рельефа фундамента. Наиболее значительная для поисков воды информация получена по данным ВЭЗ. По этим данным получается наглядная картина о страти-



фикации покровной толщи. Для северо--западного участка, составляющего ок. 1/5 часть от всей площади, составлен полный геологический разрез, т. е. основание бассейна прослеживалось в качестве самого глубокого водоупорного горизонта. В остальной части участка, располагающегося западнее реки Онгийн, не удалось достигнуть фундамента.

Для участков, где фундамент прослеживается, составлена карта изогипс, а также карта глубины залегания водоупорной глинистой толщи, характеризующейся низкими величинами сопротивления.

Основные результаты комплексной интерпретации полученных данных сводятся к следующему:

— выделены фундамент и его морфологические особенности в участках, где он залегает не глубже 300 м;

— выяснено внутреннее строение покровной толщи, перекрывающей фундамент, и где фундамент не достигнут, эта толща изучалась до глубин не менее 300 м.

Результаты работ показывают, что в районе работ имеется три типа участков, перспективных на водоносность. В каждом из них выделены пункты для бурения скважин (всего 7). Эти скважны должны решить вопрос о том, какой из этих трех типов оказывается наиболее перспективным.



## ДОБАВЛЕНИЕ

В 1969 г. фонд библиотеки Института достиг 40 000 томов, в том числе 12 000 книг, а остальное — журналы, переводы, микрофильмы. Оборот *архива* увеличился на 50% (заключения экспертиз).

Вышли следующие текстовые издания: № 1—2, 3. и 4. вып. ХУШ *Геофизического бюллетеня*, *Годовой отчет* за 1968 г, *Ежегодник Тиханьской обсерватории* за 1963—1964 г.г.; «*Развитие и строение Карпатского бассейна*» (особый выпуск, на русском и английском языках).

В 1969 г. за исключением картографических приложений к настоящему отчету, карты не издавались.

В 1969 г. Геофизический институт вступил в Европейскую ассоциацию издателей по геологическим наукам [European Association of Earth Science Editors (EDITERRA)]. При редактировании наших изданий в дальнейшем будем стремиться придерживаться к международным стандартам.







